

**VŠB – Technická univerzita Ostrava**

Fakulta strojní

Katedra mechanické technologie

# **Návrh uspořádání expedičního skladu ve strojírenské firmě a systém práce v něm**

**Project layout of expedition warehouse in mechanical  
engineering company and system of work in it**

**Student:**

Bc. Lukáš Gábrlík

**Vedoucí diplomové práce:**

Ing. Vladimíra Schindlerová

**Ostrava 2014**

## Zadání diplomové práce

Student: **Bc. Lukáš Gábrlík**  
Studijní program: N2301 Strojní inženýrství  
Studijní obor: 2303T002 Strojírenská technologie  
Specializace: 10 Technologický management  
Téma: **Návrh uspořádání expedičního skladu ve strojírenské firmě a systému práce v něm**  
**Project Layout of Expedition Warehouse in Mechanical Engineering Company and System of Work in It**

### Zásady pro vypracování:

1. Přehled přístupů k návrhu skladu.
2. Specifikace klíčových faktorů.
3. Analýza zásob.
4. Návrhy řešení.
5. Zhodnocení řešení.

### Seznam doporučené odborné literatury:

SCHULTE, CH. *Logistika*. Praha : Victoria Publishing, a.s., 1994. 301 s. ISBN 80-85605-87-2  
MUTHER, R., HAGANĀS, K. *Systematické navrhování manipulace s materiálem*. 1. vyd. Praha : SNTL - Nakladatelství technické literatury, 1973. 129 s.  
HLAVENKA, B. *Projektování výrobních systémů: technologické projekty*. 3. vyd. Brno : CERM, 2005. ISBN 80-214-2871-6  
ČSN ISO 690 *Bibliografické citace. Obsah, forma a struktura*. Praha: Český normalizační institut, 1996. 32s.

Formální náležitosti a rozsah diplomové práce stanoví pokyny pro vypracování zveřejněné na webových stránkách fakulty.

Vedoucí diplomové práce: **Ing. Vladimíra Schindlerová**


Konzultant diplomové práce: **Ing. Petr Jalůvka**

Datum zadání: 13.12.2013

Datum odevzdání: 19.05.2014



  
Ing. Petr Mohyla, Ph.D.  
vedoucí katedry

  
doc. Ing. Ivo Hlavatý, Ph.D.  
děkan fakulty

### **Místopřísežné prohlášení studenta**

Prohlašuji, že jsem celou diplomovou práci vypracoval samostatně pod vedením vedoucího diplomové práce a uvedl jsem všechny použité podklady a literaturu.

V Ostravě dne 19.5.2014

Lukáš Šachl  
podpis studenta

Prohlašuji, že

- jsem byl seznámen s tím, že na moji diplomovou práci se plně vztahuje zákon č. 121 /2000 Sb., autorský zákon, zejména § 35 – užití díla v rámci občanských a náboženských obřadů, v rámci školních představení a užití díla školního a § 60 – školní dílo.
- беру на вѣдомі, že Vysoká škola báňská – Technická univerzita Ostrava (dále jen „VŠB – TUO“) má právo nevýdělečně ke své vnitřní potřebě diplomovou práci užít (§ 35 odst. 3).
- souhlasím s tím, že diplomová práce bude v elektronické podobě uložena v Ústřední knihovně VŠB – TUO k nahlédnutí a jeden výtisk bude uložen u vedoucího diplomové práce. Souhlasím s tím, že údaje o kvalifikační práci budou zveřejněny v informačním systému VŠB – TUO.
- bylo sjednáno, že s VŠB – TUO, v případě zájmu z její strany, uzavřu licenční smlouvu s oprávněním užít dílo v rozsahu § 12 odst. 4 autorského zákona.
- bylo sjednáno, že užít své dílo – diplomovou práci nebo poskytnout licenci k jejímu využití mohu jen se souhlasem VŠB – TUO, která je oprávněna v takovém případě ode mě požadovat přiměřený příspěvek na úhradu nákladů, které byly VŠB – TUO na vytvoření díla vynaloženy (až do jejich skutečné výše).
- беру на вѣдомі, že odevzdáním své diplomové práce souhlasím se zveřejněním své práce podle zákona č. 111/1998 Sb., o vysokých školách a o změně a doplnění dalších zákonů (zákon o vysokých školách), ve znění pozdějších předpisů, bez ohledu na výsledek její obhajoby.

V Ostravě dne: 19.5.2014



podpis

Jméno a příjmení autora práce: **Bc. Lukáš Gábrlik**

Adresa trvalého pobytu autora práce: **Kolumbova 10,  
772 00, Olomouc**

## **Anotace diplomové práce**

GÁBRLÍK, L. *Návrh uspořádání expedičního skladu ve strojírenské firmě a systému práce v něm: diplomová práce*. Ostrava : VŠB – technická univerzita Ostrava, Fakulta strojní, Katedra mechanické technologie, 2014, 116 s. Vedoucí práce: Schindlerová V.

Diplomová práce se zabývá zpracováním návrhu distribučního skladu z poskytnutých podkladů od nejmenované strojírenské společnosti. Hlavním cílem této práce je kompletní navržení distribučního skladu se všemi jeho nezbytnými částmi a zařízeními. Součástí tohoto návrhu je také vytvoření systému práce v konkrétním objektu. V úvodní části práce jsou popsány jednotlivé přístupy k již zmiňovanému projektu, které jsou pro lepší orientaci shrnuty do přehledného schématu. V následujících kapitolách jsou popsány jednotlivé kroky, které byly provedeny za účelem konečného stanovení návrhu. Pro snadnější porovnatelnost a objektivní vyhodnocení vytvořených výsledků, je daný návrh skladu vytvořen ve třech variantách, které jsou v závěrečné části nasimulovány dynamickou simulací, pomocí které je zvolena optimální varianta.

## **Annotation of Master Thesis**

GÁBRLÍK, L. *Project layout of expedition warehouse in mechanical engineering company and system of work in it: Master Thesis*. Ostrava : VŠB – Technical University of Ostrava, Faculty of Mechanical Engineering, Department of Mechanical Technology, 2014, 116 p. Thesis head: Schindlerová V.

This thesis deals with the preparation of a layout of expedition warehouse from the provided documents of an unnamed engineering company. The main purpose of this work is to devise a complete expedition warehouse with all the necessary sections and equipment. Creation of a system of work in a particular object is also a part of the proposal. In the first part of the thesis, there is a description of the different approaches to the project mentioned before. These approaches are summarized into the overview diagram for better orientation. The following sections describe the steps that we have taken in order to determine the final layout. For ease of comparison and objective evaluation of the generated results, the proposal of warehouse is created in three variants. In the final part, they are simulated by dynamic simulation, which selects the optimal variant.

# Obsah

<b>Seznam použitých zkratk</b> .....	6
<b>Úvod</b> .....	7
<b>1. Přehled přístupů k návrhu skladu</b> .....	8
1.1 Kategorizace navrhovaného skladového objektu .....	9
1.2 Zásady pro projektování skladového hospodářství .....	9
1.3 Vlastní přehled k přístupu návrhu skladu .....	10
<b>1.3.1 Fáze specifikace klíčových faktorů</b> .....	11
1.3.2 Fáze analýza zásob .....	12
1.3.3 Fáze návrhy řešení .....	12
1.3.4 Fáze zhodnocení řešení .....	13
<b>2. Specifikace klíčových faktorů</b> .....	14
2.1 Specifikace skladovaného materiálu .....	14
2.2 Typy ložiskových řad vyskytujících se v návrhu pro uskladnění .....	15
2.2.1 Jednořadá kuličková ložiska .....	15
2.2.2 Dvouřadá naklápěcí kuličková ložiska .....	16
2.2.3 Dvouřadá kuličková ložiska s kosoúhlým stykem .....	17
2.2.4 Jednořadá kuželíková ložiska .....	17
2.2.5 Axiální kuličková ložiska .....	18
2.2.6 Speciální ložiska .....	19
2.2.7 Příčně dělená ložiska .....	20
2.2.8 Rozměrový plán ISO .....	21
2.2.9 Označování valivých ložisek .....	22
2.3 Kategorizace skladovaného materiálu .....	26
2.3.1 Postup při klasifikaci materiálu .....	27
2.3.2 Výběr třídících znaků a vytvoření materiálových skupin .....	29
2.3.3 Charakteristika materiálových skupin .....	30
<b>3. Analýza zásob</b> .....	34
3.1 Analýza nákupu .....	34
3.2 Analýza prodeje .....	45
3.3 Analýza počtu objednávek a průměrného objednávaného množství .....	47
3.4 Určení velikosti skladu .....	48
<b>4. Návrhy řešení</b> .....	53
4.1 Konstrukční provedení skladu .....	53
4.2 Vybavení skladu .....	56
4.2.1 Paletový sklad .....	58

4.2.2 Vertikální výtahový a spádový sklad .....	61
4.3 Manipulační technika .....	63
4.4 Návrhy skladu .....	70
4.4.1 Návrh č. 1 .....	70
4.4.2 Návrh č. 2 .....	73
4.4.3 Návrh č. 3 .....	75
<b>5. Zhodnocení řešení .....</b>	<b>77</b>
5.1 Zhodnocení návrhu č. 1 .....	77
5.1.1 Výsledky dosažené dynamickou simulací .....	79
5.2 Zhodnocení návrhu č. 2 .....	82
5.2.1 Výsledky dosažené dynamickou simulací .....	83
5.3 Zhodnocení návrhu č. 3 .....	87
5.3.1 Výsledky dosažené dynamickou simulací .....	88
5.4 Konečné zhodnocení a výběr optimálního řešení .....	91
<b>Závěr .....</b>	<b>94</b>
<b>Zdroje .....</b>	<b>95</b>
<b>Seznam obrázků a grafů .....</b>	<b>97</b>
<b>Seznam tabulek .....</b>	<b>99</b>
<b>Seznam příloh .....</b>	<b>100</b>

## Seznam použitých zkratk

<b>AMQ</b>	– měsíční průměrná dodávka ložisek	[ks]
<b>AVG</b>	– průměrná hodnota nákladů na manipulaci s materiálem	[EUR]
<b>D</b>	– vnější průměr ložiska	[mm]
<b>IS</b>	– počáteční stav zásob ve skladu	[ks]
<b>Q<sub>MAX</sub></b>	– dodávka s maximálním množstvím ložisek	[ks]
<b>Q<sub>MIN</sub></b>	– dodávka s minimálním množstvím ložisek	[ks]
<b>Q<sub>P</sub></b>	– nakoupené množství ložisek	[ks]
<b>Q<sub>S</sub></b>	– vyexpedované množství ložisek	[ks]
<b>SQ</b>	– stav zásob ložisek ve skladovém objektu	[ks]
<b>SQ<sub>LEDEN 2012</sub></b>	– stav zásob k lednu 2012	[ks]
<b>SQ<sub>ÚNOR 2012</sub></b>	– stav zásob k únoru 2012	[ks]
<b>SQ<sub>LEDEN 2013</sub></b>	– stav zásob k lednu 2013	[ks]
<b>SQ<sub>ÚNOR 2013</sub></b>	– stav zásob k lednu 2013	[ks]
<b>d</b>	– vnitřní průměr ložiska	[mm]



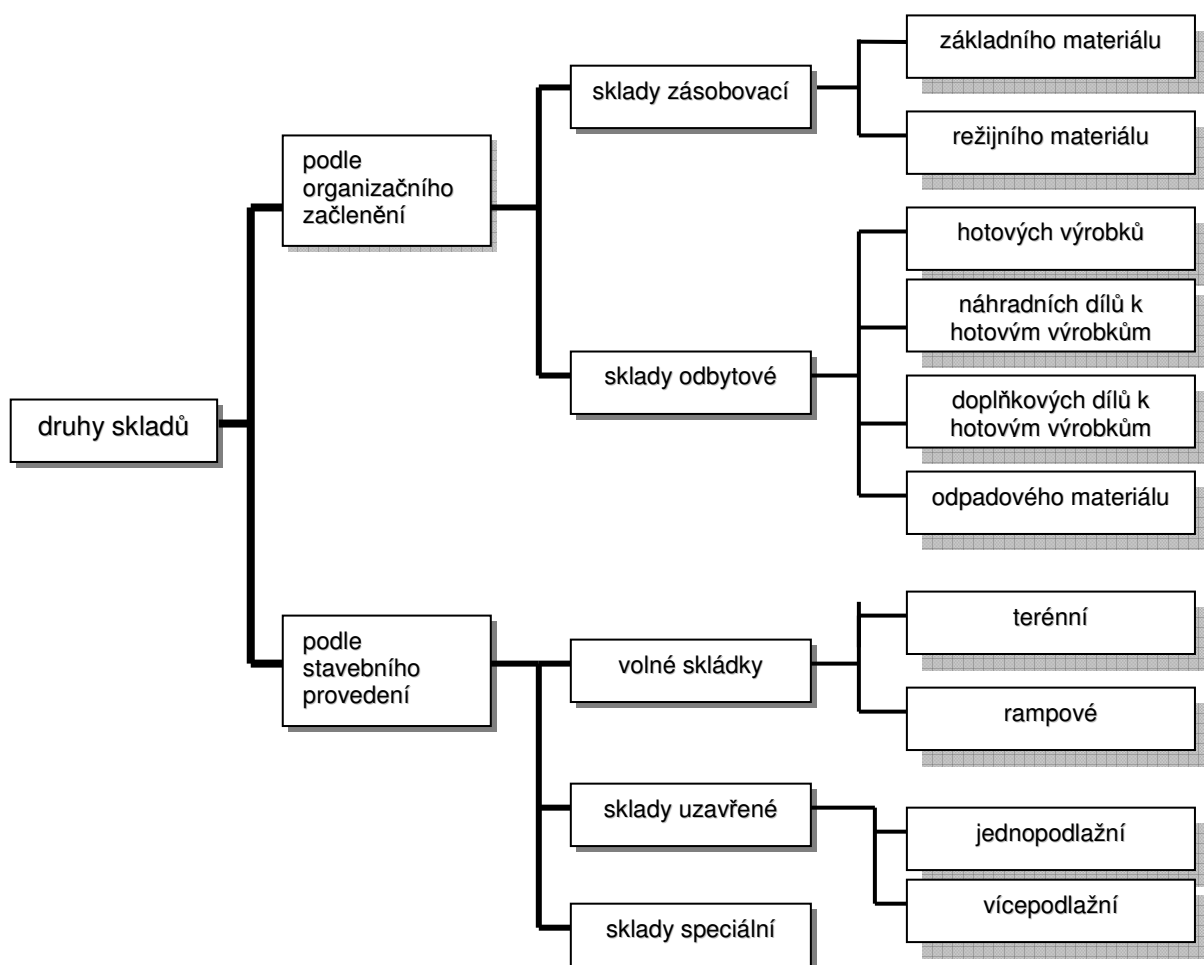
## Úvod

Diplomová práce je zaměřena na zpracování návrhu nového distribučního skladu. Tento projekt je navrhován pro společnost DYNAMIC FUTURE s.r.o., u které pod vedením jednatele společnosti Ing. Petrem Jalůvkou již zmiňovaný projekt zpracovávám formou diplomové práce.

Mým úkolem je z poskytnutých podkladů vytvořit kompletní návrh distribučního skladu, včetně navržení systému práce v daném objektu. Diplomová práce bude koncipována do pěti hlavních částí, ve kterých budeme krok po kroku celý návrh zhotovovat. Úvodní část bude zaměřena na osvětlení přístupů, kterých hodláme v této práci použít k dosažení konečného návrhu. Nejdříve se zmíníme o některých pojmech důležitých k objasnění dané problematiky související s tímto projektem. V následujících kapitolách již budeme pracovat s konkrétními informacemi a daty poskytnutými danou firmou. Po určení nezbytných klíčových faktorů, hodnot a parametrů následně přistoupíme k vytvoření návrhu skladového objektu. Pro objektivnější porovnání vytvořeného konceptu, bude daný návrh vyhotoven ve třech variantách, které v závěrečné části podrobíme srovnání pomocí dynamického simulování. Nejvhodnější varianta bude zvolena jako konečný návrh.

## 1. Přehled přístupů k návrhu skladu

K otázce skladového hospodářství bylo vydáno již nepřehledné množství publikací a odborných článků. Ve všech mnou prostudovaných podkladech zabývajících se touto tematikou uvádí autoři shodnou definici skladování. Podle jejich tvrzení představuje skladování nejdůležitější část logistického systému a to ve formě propojovacího článku mezi výrobcem a konečným spotřebitelem. Termínem skladování je označován proces, který obsahuje přepravu požadovaného materiálu nebo zboží do skladovacího objektu, přípravu ke skladování, uložení do vymezených skladovacích prostor, vyskladnění materiálu nebo zboží, kompletaci, balení a následné odeslání zákazníkovi. Předmětem návrhu v této práci je centrální sklad, který bude sloužit k vyrovnávání nerovnoměrné poptávky zákazníků. Skladovací objekt si v tomto případě můžeme tedy představit jako určitý zásobník, do kterého výrobní tok vstupuje ale také i vystupuje. Vstupní a výstupní tok výrobků či materiálu se většinou liší v množství a sortimentu. V dnešní době sklady můžeme rozdělit podle mnoha různých kritérií. Pro představu o námi navrhovaném skladu jsme zde uvedli obrázek č.1, který nám pomůže navrhovaný skladový objekt kategoricky zařadit. [1, 2]



Obr. č. 1 Schéma dělení skladů [3]

## 1.1 Kategorizace navrhovaného skladového objektu

Společnost, pro kterou je projekt zpracováván má několik samostatných výrobních závodů, umístěných po celé České republice. Tyto závody mají své vlastní sklady, které je zamýšleno nahradit centrálním skladem přímo u jednoho z klíčových výrobních závodů. Navrhovaný sklad nebude plnit pouze funkci centrálního skladu, bude to také sklad distribuční, ve kterém bude docházet ke kompletaci objednávek zákazníků. Představa zadavatele projektu je taková, že tento sklad musí být schopen v co nejkratším časovém úseku vyskladnit jakékoliv množství a typ požadovaného výrobku. Jelikož si zadávající firma nepřeje být zmiňována, uvedeme pouze to, že se jedná o strojírenskou společnost zabývající se výrobou tradičních a speciálních druhů ložisek. Podle výše uvedeného obrázku č.1 s názvem *Schéma dělení skladů*, můžeme navrhovaný skladový objekt označit podle organizačního členění za odbytový sklad hotových výrobků a z hlediska stavebního provedení jako uzavřený jednopodlažní sklad.

## 1.2 Zásady pro projektování skladového hospodářství

Podle Doc. Ing. Bohumila Hlavenky CSc. je prvním úkolem při projektování skladových objektů definovat úlohu skladu a určit všechny jeho vazby s okolím, ať už ty vnější či vnitřní. K tomu je zapotřebí získat úplné informace o vlastnostech, hmotnostech, rozměrech a objemech materiálů, které budou skladovány. Podle těchto parametrů se provede návrh pomocných prostředků, jako jsou například palety, podložky nebo kontejnery. Po určení skladovacích jednotek se provede výběr potřebného vybavení skladu. Z rozměrů, hmotnosti a polohy těžiště těchto jednotek se určuje únosnost podlah, zdvihadací výška a šířka uliček pro příslušné manipulační zařízení i volba regálů. Při projektování těchto objektů je nutno počítat i s plochami určenými k příjmu materiálu, jeho přípravě pro uskladnění, následné vyskladnění, balení a nakládce. Důležité je také brát zřetel na možnost budoucího růstu počtu skladovacích položek, zvětšení hmotnosti výrobků nebo případnou změnu sortimentu. Z tohoto důvodu je nezbytné již v návrhu zohlednit případné rozšíření. [2]

Dalšími nezbytnými podklady pro projektanta při návrhu skladovacího objektu jsou informace týkající se četnosti a objemu příjmu a výdeje zboží. Za tyto vstupní informace jsou považovány:

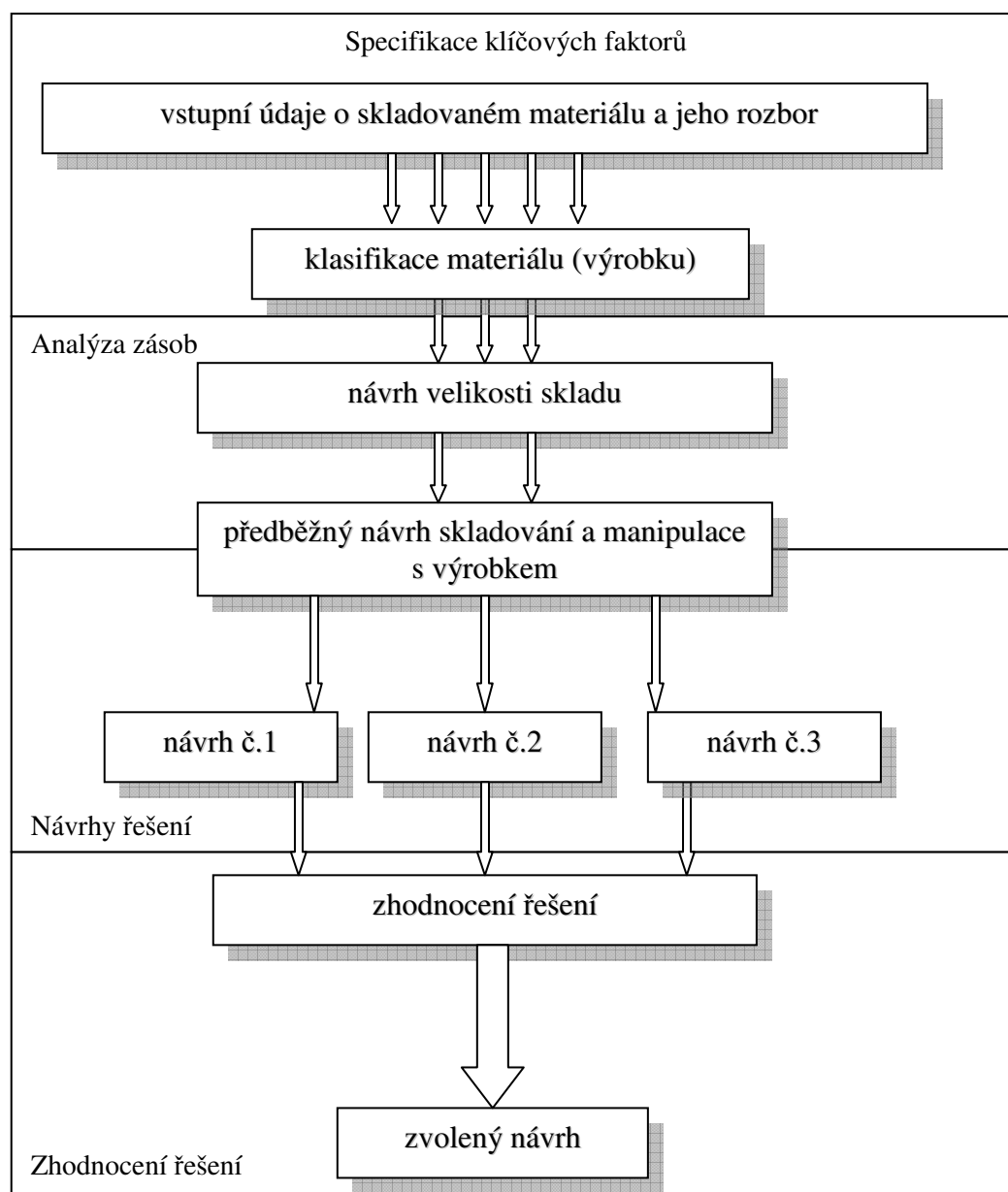
- objem příjmů všech materiálů nebo zboží do skladu za časové období,
- počet příjmů v časovém období,
- průměrná velikost jednoho příjmu,
- objem výdajů všech materiálů nebo zboží ze skladu za časové období,
- počet výdajů v časovém období,
- průměrná velikost jednoho výdaje.

[4]

Nyní, když jsme se seznámili se všemi potřebnými zásadami projektování skladů a objasnili typ a funkci projektovaného skladu, můžeme přistoupit k přehledu přístupů k návrhu.

### **1.3 Vlastní přehled k přístupu návrhu skladu**

Cílem této úvodní části práce je seznámení se s jednotlivými přístupy, které plánujeme k úspěšnému dokončení tohoto projektu použít. Pro jednoduché a přehledné vyjádření jsme si zhotovili schéma, které je tvořeno jednotlivými přístupy a fázemi, kterými budeme krok za krokem postupovat v následujících kapitolách. Základem tohoto schématu, které je uvedeno na obrázku č.2 je původně „Blokové schéma postupu“ z knihy Systematické navrhování manipulace s materiálem od autorů Richarda Muthera a Knuta Haganäse. Původní schéma posloužilo jako podklad pro vytvoření daného obrázku, který jsme upravili podle vlastních potřeb tak, aby odpovídalo našemu záměru. [7]



**Obr. č. 2** Schéma přístupu k návrhu skladu

### 1.3.1 Fáze specifikace klíčových faktorů

Tato kapitola bude obsahovat podrobný rozbor skladovaného materiálu. Jelikož předmětem analýzy budou nejrůznější typy a varianty ložisek, cílem tohoto rozboru bude podrobné seznámení s tímto sortimentem a jeho specifickými vlastnostmi. Následujícím krokem bude provedení klasifikace skladového materiálu, podle kterého následně navrhne potřebné manipulační a skladovací prostředky a další nezbytné vybavení skladu.

Účelem této kapitoly bude nejen provést klasickou kategorizaci podle charakteristických znaků, ale také snaha najít odpovědi na tyto otázky:

- **co** má být manipulováno nebo přepravováno,
- **kolik** je toho potřeba přepravovat, manipulovat či skladovat,
- **jak** je nutno přepravovat, manipulovat či skladovat,
- **čím** lze manipulovat či přepravovat,
- **kde** se má manipulovat, přepravovat nebo skladovat,
- **kdy** má manipulace, přeprava či skladování probíhat.

### 1.3.2 Fáze analýza zásob

V této části budeme již pracovat s konkrétními hodnotami z poskytnutých podkladů. Účelem této části je zjistit celkový objem příjmů všech druhů zboží do skladu za časové období, počet příjmů v časovém období, průměrnou velikost jednoho příjmu, celkový objem výdajů všech druhů zboží ze skladu za časové období, počet výdajů v časovém období a průměrnou velikost jednoho výdaje. Po stanovení těchto hodnot, již budeme moci určit požadovanou kapacitu skladu. Tato část bude převážně tvořena tabulkami, grafy a výpočty, jež bylo zapotřebí použít ke stanovení rozhodujících hodnot pro tento projekt.

### 1.3.3 Fáze návrhy řešení

V předchozích podkapitolách jsme se seznámili se skladovaným materiálem, způsobem manipulace, druhem skladování a jeho charakteristickými vlastnostmi, týkajícími se jednotlivých variant a typů. Z analýzy zásob k těmto informacím doplníme hodnoty výskytů, velikost objednávek a počet objednávek pro příslušné typy a varianty uskladněných ložisek. Nyní, když již máme všechny potřebné informace pohromadě, přistoupíme k návrhu skladu. Tento návrh nebude obsahovat pouze prostorové uspořádání s jeho všemi provozními, pomocnými, správními a sociálními plochami, ale také výčet potřebných manipulačních a skladovacích jednotek doplněný o potřebný počet obsluhy skladu. Pro větší objektivitu bude návrh skladu i jeho vybavení provedeno ve třech variantách, které budou v následující kapitole srovnávány a hodnoceny.

#### **1.3.4 Fáze zhodnocení řešení**

V této závěrečné kapitole bude provedeno celkové zhodnocení tří navržených variant. Pro zhodnocení bude využito programu dynamického simulování, který prověří všechny navržené koncepty. Vhodnější z obou variant bude označena jako konečný návrh, který bude následně předložen zadavateli jako cíl naší práce s doporučením pro realizaci.

## 2. Specifikace klíčových faktorů

V předchozí části jsme si nastínili postup a jednotlivé kroky, kterými se budeme zabývat. Nyní když máme již veškeré kroky nadefinované, se můžeme pustit do první fáze projektu, kterou je rozbor vstupních údajů poskytnutých k tomuto návrhu. Tato kapitola se bude zabývat bližší identifikací skladového materiálu. V první řadě se podrobně seznámíme s jednotlivými druhy skladovaného materiálu a provedeme jeho klasifikaci, jejíž cílem bude identifikace materiálu, podle kterého bude možné zvolit potřebné manipulační prostředky a vybavení skladu skladovacími objekty.

### 2.1 Specifikace skladovaného materiálu

Zamýšleným skladovaným materiálem jsou nezbytné součásti většiny technických zařízení, které slouží ke snížení tření při otáčivém nebo posuvném pohybu strojních dílů. Jedná se o ložiska. V dnešní době hrají důležitou roli u mnoha strojírenských aplikací, zejména díky svému vlivu na funkčnost rotujících strojů. První využití ložisek, i když ne v takové podobě jako je známe dnes, se objevilo již ve starověkém Egyptě. Egypťané používali dřevěné kůly k dopravě těžkých kamenných kvádrů na stavby. Od prvního použití ložiska uplynulo již mnoho let a za tu dobu doznala ložiska mnoho změn a modifikací. V dnešní době je na trhu nepřeberné množství druhů, variant a velikostí ložisek od zdánlivě jednoduchého jednořadého kuličkového ložiska až po speciální či složitá příčně dělená ložiska.



Obr. č. 3 Různé typy ložisek [6]



## 2.2 Typy ložiskových řad vyskytujících se v návrhu pro uskladnění

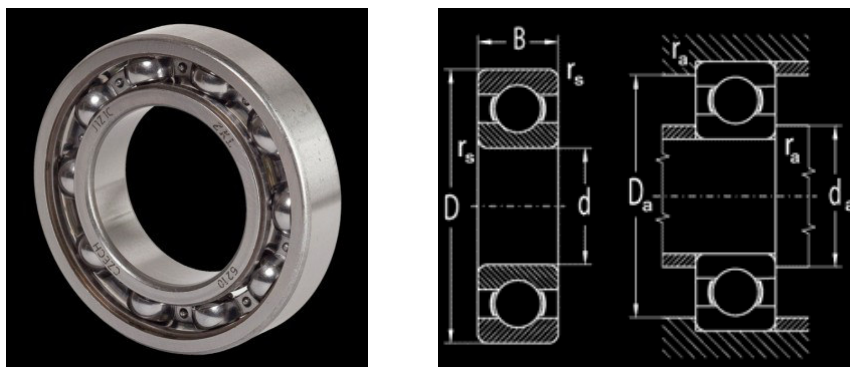
Po provedení důkladného rozboru poskytnutých materiálů a informací od zadavatele projektu je zřejmé, že navrhovaný skladový objekt bude sloužit pro uskladnění veškerého výrobního sortimentu firmy. Jelikož se jedná o podnik zabývající se výrobou klasických i speciální druhů ložisek je sortiment velice početný a různorodý. Z toho důvodu není možné zde uvést a popsat všechny druhy a řady skladovaných produktů. Pro orientaci a představu o produktech, které se budou ukládat v navrhovaném skladu zde uvedeme pouze některé vybrané skupiny a zástupce jednotlivých ložiskových řad. Pro náhodně zvolené skupiny dále uvedeme stručný popis charakterizující danou třídu ložisek.

Sortiment produktů:

- **jednořadá kuličková ložiska,**
- **dvouřadá naklápěcí kuličková ložiska,**
- **jednořadá kuličková ložiska s kosoúhlým stykem,**
- **dvouřadá kuličková ložiska s kosoúhlým stykem,**
- **jednořadá kuželíková ložiska,**
- **axiální kuličková ložiska,**
- **jednořadá válečková ložiska,**
- **dvouřadá soudečková ložiska,**
- **axiální soudečková ložiska,**
- **speciální ložiska,**
- **příčně dělená ložiska.**

### 2.2.1 Jednořadá kuličková ložiska

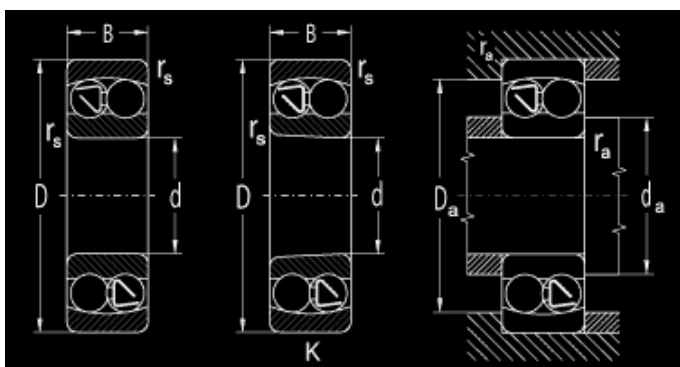
Tento typ je nerozebíratelný. Jsou vyráběna v několika řadách, jako varianta otevřená a jednostranně nebo oboustranně zakrytovaná. Jednořadá kuličková ložiska se vyznačují tichým chodem a nízkým třením. Lze je použít i pro vysoké otáčky, jsou však limitována zvoleným typem použitého krytu. Tento druh ložisek přenáší jak radiální, tak i axiální síly v obou směrech při poměrně vysokých otáčkách díky svým hlubokým drahám a vysokému stupni přimknutí mezi valivými tělesy a oběžnými drahami. Jednořadá kuličková ložiska se mohou dodávat ve variantách s menší nebo větší radiální vůlí. [5,6]



**Obr. č. 4** Jednořadá kuličková ložiska [6]

### 2.2.2 Dvouřadá naklápěcí kuličková ložiska

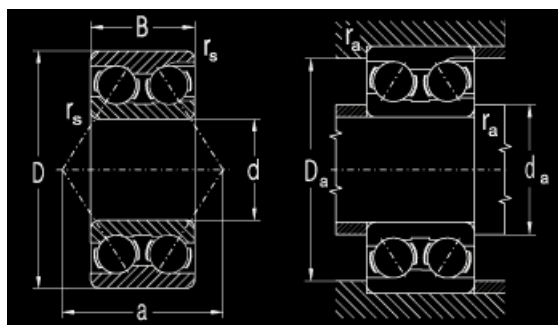
Tento druh je dodáván jako nerozebíratelný. Vyrábějí se v několika řadách jako ložiska otevřená. Jsou specifická nízkým třením a svou vhodností pro vyšší otáčky. Dvouřadá naklápěcí ložiska společnost vyrábí buď s válcovou nebo kuželovou dírou o kuželovitosti 1:12. Tato ložiska mohou přenášet radiální a v omezené míře i axiální síly. Tento typ je charakteristický dvěma řadami kuliček, které mají společnou kulovou dráhu vnějšího kroužku. Díky tomu je možné dosažení naklápění vnitřního kroužku vůči vnějšímu okolo středu bez vlivu na správnou funkci ložiska. Tento druh má takovou vlastnost, že dokáže kompenzovat nesouosost, průhyb hřídele nebo deformaci tělesa. [5,6]



**Obr. č. 5** Dvouřadá naklápěcí kuličková ložiska [6]

### 2.2.3 Dvouřadá kuličková ložiska s kosoúhlým stykem

Stejně jako předešlé dva typy i tento se řadí mezi nerozebíratelná ložiska, vyráběná v několika řadách. Vyznačují se tichým chodem, vysokou tuhostí a schopností přenášet vysoké, současně působící radiální i axiální zatížení. Dvouřadá kuličková ložiska s kosoúhlým stykem mají oběžné dráhy konstruované tak, že spojnice stykových bodů oběžných drah s kuličkami protínají osu mimo ložisko. Díky tomuto konstrukčnímu řešení mohou tato ložiska přenášet i poměrně značné klopné momenty. [5,6]



**Obr. č. 6** Dvouřadá kuličková ložiska s kosoúhlým stykem [6]

### 2.2.4 Jednořadá kuželíková ložiska

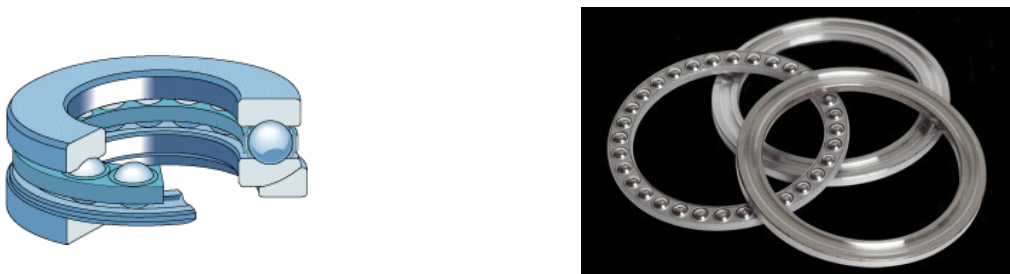
Tento typ ložisek se od předchozích liší tím, že již spadá do skupiny rozebíratelných ložisek. Jednotlivé části jako vnitřní kroužek, klec, valivé elementy nebo vnější kroužek se montují zvlášť. Tak jako všechna předchozí ložiska se i tento typ vyrábí v několika řadách. Jednořadá kuželíková ložiska se vyznačují vysokou tuhostí, nízkým třecím součinitelem tření a schopností přenášet velká radiální a jednosměrná axiální zatížení. Velikost axiálního zatížení je závislé na velikosti stykového úhlu. Vhodnou kombinací uspořádání dvojice ložisek lze dosáhnout obousměrné axiální zatíženosti. Tento typ ložisek je vyráběn v metrických nebo palcových rozměrech. [5,6]



**Obr. č. 7** Jednořadá kuželíková ložiska [6]

### 2.2.5 Axiální kuličková ložiska

Stejně jako předchozí typ i axiální kuličková ložiska patří do skupiny rozebíratelných ložisek. Hřídelový kroužek, tělesový kroužek a klec se montují zvlášť. Tyto typy ložisek jsou také vyráběny v několika řadách. Dodávají se jako jednosměrná nebo obousměrná varianta. Při variantě jednosměrné, se ložisko skládá z hřídelového kroužku s oběžnou dráhou, klece s kuličkami a z tělesového kroužku s oběžnou dráhou. Tento druh je schopný přenášet axiální zatížení pouze v jednom směru s podmínkou, že na ložisko nesmí působit žádné radiální zatížení. Obousměrná varianta se liší v počtu klecí a tělesových kroužků. Tato ložiska totiž obsahují dvě klece s kuličkami, které jsou umístěné mezi hřídelovým kroužkem a dvěma tělesovými kroužky. Střední hřídelový kroužek má oběžné dráhy pro valivá tělesa na obou stranách a upevňuje se na čep. Tělesové kroužky mají oběžnou dráhu jen na jedné straně. Obousměrná varianta může přenášet axiální zatížení v obou směrech, přičemž na ložisko nesmí působit žádné radiální zatížení. [5,6]



**Obr. č. 8** Axiální kuličková ložiska jednosměrná [6]



**Obr. č. 9** Axiální kuličková ložiska obousměrná [6]

### 2.2.6 Speciální ložiska

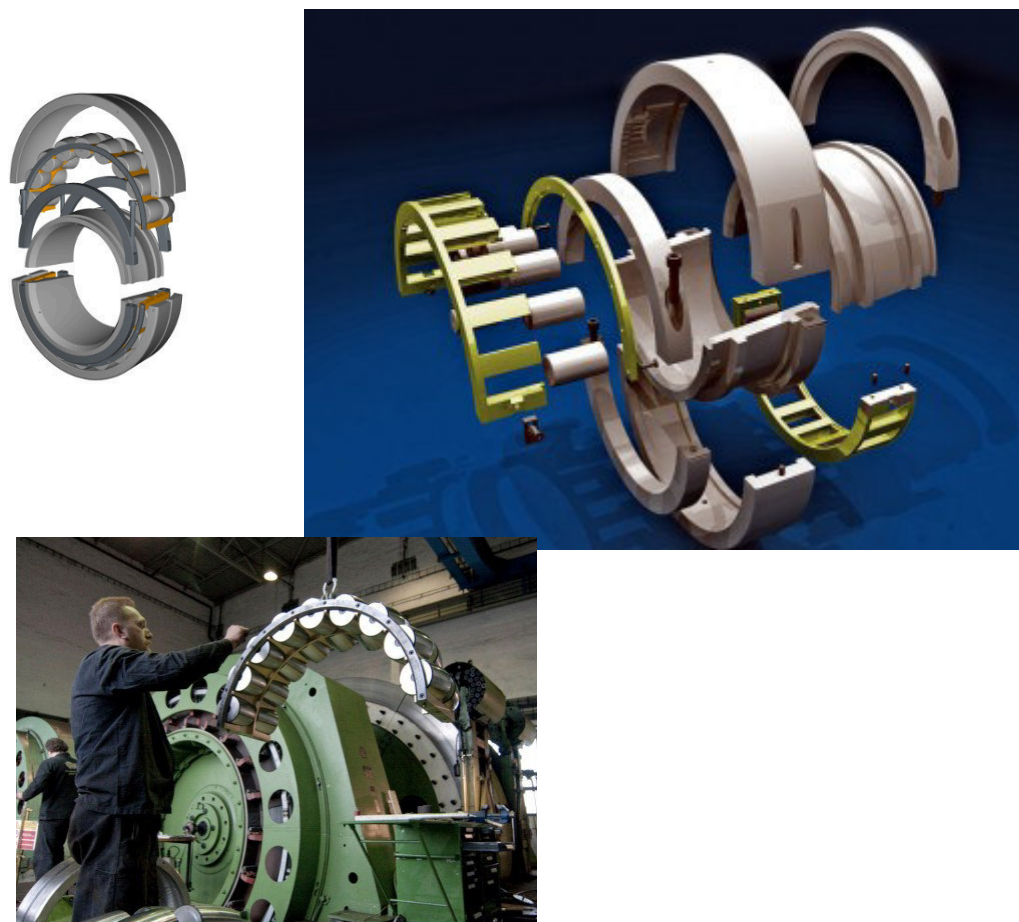
Skupina speciálních ložisek je tvořena širokým sortimentem všech různých typů a variant ložisek podle požadavků zákazníka. Tyto druhy ložisek se od ostatních liší například rozměry, přesností, naklopitelností a schopností přenášet provozní zatížení. Většinou jsou vyráběna z hlediska zástavbových rozměrů mimo rozměrový plán ISO. Tyto typy ložisek se většinou používají pro využití v energetice, automobilovém průmyslu, těžebním a textilním průmyslu. Naleznou uplatnění také v oblasti kolejových vozidel a v mnoha dalších případech, kdy nelze použít standardních ložisek. [6]



**Obr. č. 10** Speciální ložiska [6]

### 2.2.7 Příčně dělená ložiska

Příčně dělená ložiska jsou používána především v těžkém a báňském průmyslu. Využívají se především v podmínkách, kdy není možná axiální montáž, což se týká například případů vícenásobně uložené hřídele, klikové hřídele nebo kdy by byla montáž ložisek příliš zdoluhavá a delší odstávka by způsobila výpadek provozu. Tyto druhy ložisek jsou vyráběny ve variantách s válečkovými nebo soudečkovými valivými elementy. Nejčastěji používanými ložisky z této skupiny jsou příčně dělená ložiska jednořadá válečková a dvouřadá soudečková. Příčně dělená ložiska mají radiálně dělený vnější kroužek, vnitřní kroužek i klec. Klece jsou obvykle vyráběny z mosazi. Sestavení obou polovin klece je konstruováno tak, aby odolala dynamickým silám, které na ni při provozu působí. Obě poloviny vnitřního kroužku jsou na hřídeli situovány za pomoci opásacích kroužků vybavených šroubovým spojem s pojištěním proti uvolnění. [6]



Obr. č. 11 Příčně dělená ložiska [6]

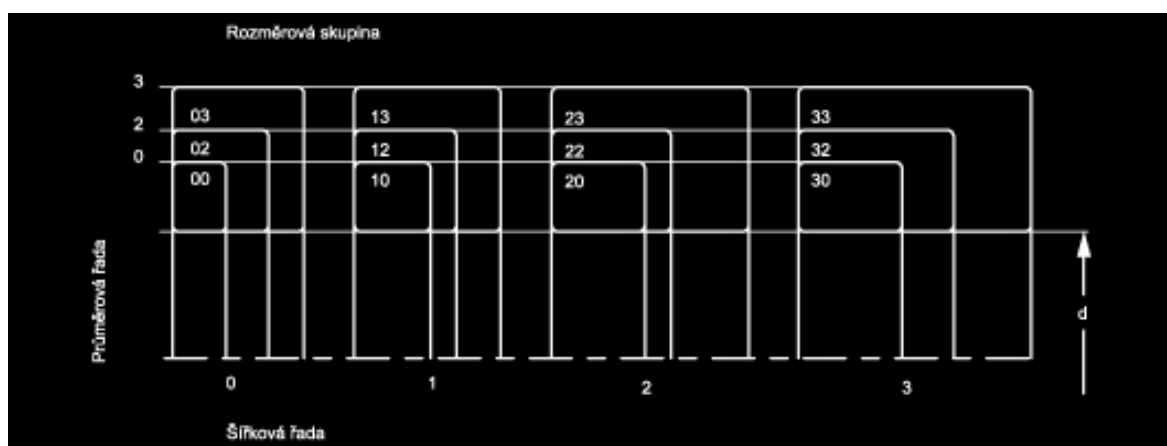


Veškeré výše zmíněné typy ložisek jsou vyráběny podle mezinárodních rozměrových plánů ISO pro valivá ložiska metrických rozměrů, které jsou blíže definovány v dokumentech:

- ISO 15:1998 platí pro radiální valivá ložiska metrických rozměrů, s výjimkou kuželíkových ložisek,
- ISO 355:1997 platí pro radiální kuželíková ložiska metrických rozměrů,
- ISO 104:2002 platí pro axiální valivá ložiska metrických rozměrů,
- ISO 582:1995 uvádí maximální hodnoty sražení montážních hran ložisek.

## 2.2.8 Rozměrový plán ISO

Rozměrový plán ISO stanovuje ke každému průměru díry ložiska „d“ vždy několik různých vnějších průměrů „D“ a různé šířky „B“ respektive u axiálních ložisek šířku „H“ nebo u radiálních ložisek šířku „T“. Ložiska, jež mají stejný průměr díry a stejný vnější průměr, jsou zařazeny do jedné průměrové řady. Průměrová řada se označuje podle stoupajícího vnějšího průměru číslicemi 7, 8, 9, 0, 1, 2, 3, 4. V každé průměrové řadě jsou ložiska různých šířkových řad podle vzrůstající šířky: 8, 0, 1, 2, 3, 4, 5, 6 a 7 u radiálních ložisek. Šířkovým řadám radiálních ložisek odpovídají výškové řady axiálních ložisek podle vzrůstající výšky 7, 9, 1, a 2. Spojením průměrové a šířkové řady vznikají rozměrové řady, které se označují dvojmístným číslem, kde první číslo označuje šířkovou a druhé průměrovou řadu. Tento případ je znázorněn na obrázku č. 12. [5,6]

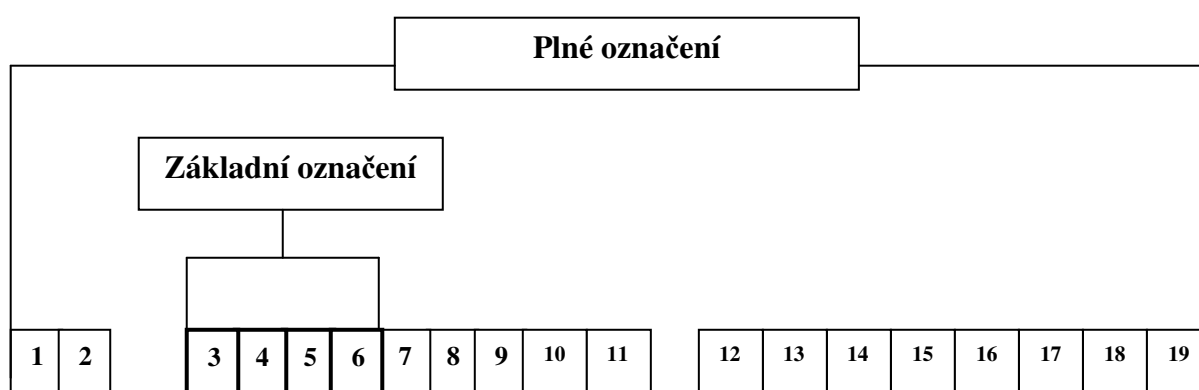


Obr. č. 12 Rozměrový plán ISO [6]

Nyní když jsme se podrobně seznámili s jednotlivými druhy skupin ložisek a postupem stanovování rozměrů podle rozměrového plánu ISO, si ještě uvedeme způsob a pravidla při označování jednotlivých ložisek. Tato část je v této práci zařazena z důvodu jasné a přesné identifikace skladovaného materiálu a následného rozklíčování jednotlivých položek u analýzy zásob.

## 2.2.9 Označování valivých ložisek

Označování ložisek se provádí pomocí numerických a písemných znaků, které určují typ, velikost a provedení konkrétního ložiska. Pro snadnější orientaci si nyní uvedeme schéma pořadí a vysvětlení jednotlivých značek.



**Obr. č. 13** Schéma označování valivých ložisek

### **Plné označení:**

- 1 – jiný materiál než ložisková ocel
- 2 – neúplnost ložiska
- 3 – základní označení konstrukce
- 4 – šířková řada
- 5 – průměrová řada
- 6 – velikost ložiska (průměr vnitřního kroužku)
- 7 – odchylka vnitřní konstrukce
- 8 – odchylka hlavních rozměrů
- 9 – krytování nebo těsnění
- 10 – konstrukční změny kroužku
- 11 – klec
- 12 – třída přesnosti



- 13** – ložisková vůle
- 14** – úroveň vibrací
- 15** – zvýšená provozní bezpečnost
- 16** – sdružování ložisek
- 17** – stabilizace, použití při vyšších teplotách
- 18** – moment tření
- 19** – mazivo

#### **Základní označení:**

**4** – šířková řada + **5** – průměrová řada = rozměrová řada

**3** – základní označení konstrukce + **4** – šířková řada + **5** – průměrová řada = typ ložiska

#### **Základní provedení ložiska**

Při variantě základního provedení ložiska se používá označení, které je složeno z označení konkrétního typu a velikosti ložiska. Označení typu je vyjádřeno znakem odpovídající konstrukci ložiska (viz pozice 3 ve schématu) a příslušného znaku pro rozměrovou skupinu či průměrovou řadu (viz pozice 4 a 5). Označení velikosti ložiska je tvořeno znaky pro jmenovitý průměr díry „d“ (pozice 6). [5, 6]

**Tabulka č. 1** Značení malých průměrů ložisek

<b>Poslední dvojčíslí</b>	<b>Představuje průměr díry „d“</b>
00	d = 10 mm, např. 6200
01	d = 12 mm, např. 51101
02	d = 15 mm, např. 3202
03	d = 17 mm, např. 6303

Výjimku v uvedeném označení tvoří pouze jednořadá kuličková ložiska typu E a BO, kde poslední dvojčíslí určuje přímo průměr díry v milimetrech.

**Ložiska s průměrem „d“ v rozmezí 20 mm až 460 mm se značí následovně:**

Máme-li ložisko typu 1320, potom průměr díry „d“ se stanoví jako  $d = 20 \times 5 = 100$  mm. Uvedené pravidlo neplatí pouze pro ložiska s dírou  $d = 22, 28$  a  $32$  mm, když je průměr rovnou uveden za zlomkovou čarou, jako např. ložisko typu 320/32AX. [5,6]

**Ložiska s průměrem díry větším než je 500 mm:**

se značí obdobným způsobem jako výše zmiňovaná ložiska, a to tím stylem, že se za zlomkovou čáru udává přímo průměr díry v mm, např. NU29/1060. [5,6]

Pro ložiska vyrobená s odlišností od základního typu se používá úplné označení, které se skládá z doplňkových znaků. Celý přehled doplňkových znaků je uveden v příloze A, který jsme zde uvedli z důvodu ucelenosti rozboru skladového materiálu a také výskytu jednotlivých značek v poskytnutých podkladech. Doplňkové značky sice nemají žádný významný vliv na návrh skladu, nicméně jsme je do této práce zařadili z důvodu komplexnosti a důkladného rozboru předpokládaného skladovaného materiálu. [5,6]

Předchozí velice rozsáhlý a podrobný popis označování ložisek zde byl zařazen z důvodu nutnosti jeho znalosti. Bez znalosti označení ložisek bychom jen těžce získávali představu o tom jaké druhy ložisek jsou nejvíce nakupovány nebo expedovány, jelikož veškeré záznamy o nákupech či prodejkách jsou vedeny pouze touto formou označování. Znalost označení slouží také k lepší představě o rozměrech a hmotnostech při manipulaci s jednotlivými kusy. Jako důkaz si zde uvedeme obrázek se strukturou poskytnutých dat, která máme při tomto návrhu k dispozici. Podklady převážně obsahují data o prodeji a nákupu z předchozích skladů převážně z let 2012 a 2013, dále informace o způsobu balení jednotlivých druhů ložisek s uvedenými rozměry a počty.

Soubor Úpravy Zobrazit Vložit Formát Nástroje Data Okno Nápověda								
	A	B	C	D	E	F	G	H
1	Zadav.zakázky	Označení	Materiál	Faktur.množství	MJ	Datum výkládky	Datum faktury	
2	375	30203A	620015970	19	KS	24.1.2013	24.1.2013	
3	375	6001 2Z	620016975	20	KS	24.1.2013	24.1.2013	
4	375	6001 2Z	620016975	6	KS	24.1.2013	24.1.2013	
5	375	6202 2Z	620017262	5	KS	24.1.2013	24.1.2013	
6	375	6202 2Z	620017262	16	KS	24.1.2013	24.1.2013	
7	375	6202 2Z	620017262	14	KS	24.1.2013	24.1.2013	
8	375	6202 2Z	620017262	8	KS	24.1.2013	24.1.2013	
9	375	6202 2Z	620017262	23	KS	24.1.2013	24.1.2013	
10	375	6209	620017355	5	KS	24.1.2013	24.1.2013	
11	375	6210	620017370	5	KS	24.1.2013	24.1.2013	
12	375	627 2RSR	620023176	3	KS	24.1.2013	24.1.2013	
13	375	629 2RSR	620023180	2	KS	24.1.2013	24.1.2013	
14	375	6300 2Z	620023188	46	KS	24.1.2013	24.1.2013	
15	375	6300 2Z	620023188	2	KS	24.1.2013	24.1.2013	
16	375	6300 2Z	620023188	21	KS	24.1.2013	24.1.2013	
17	375	6304 Z	620023233	10	KS	24.1.2013	24.1.2013	
18	375	6304 Z	620023233	5	KS	24.1.2013	24.1.2013	
19	375	NU 2205	620080460	3	KS	24.1.2013	24.1.2013	
20	375	NU 2205	620080460	2	KS	24.1.2013	24.1.2013	
21	195	29338EJ	29338EJ	4	KS	24.1.2013	24.1.2013	
22	20595	22224EW33J	22224EW33J	14	KS	24.1.2013	24.1.2013	
23	20595	22224EW33J	22224EW33J	20	KS	24.1.2013	24.1.2013	
24	20595	22318EKW33J	22318EKW33J	3	KS	24.1.2013	24.1.2013	
25	20595	22318EKW33J	22318EKW33J	5	KS	24.1.2013	24.1.2013	
26	20595	22322EKW33J	22322EKW33J	4	KS	24.1.2013	24.1.2013	
27	20595	22336KW33M	22336KW33M	10	KS	24.1.2013	24.1.2013	
28	20595	23060W33M	23060W33M	2	KS	24.1.2013	24.1.2013	
29	20595	23060W33M	23060W33M	2	KS	24.1.2013	24.1.2013	
30	20595	23126W33M	23126W33M	6	KS	24.1.2013	24.1.2013	
31	20595	1212	620004147	6	KS	24.1.2013	24.1.2013	
32	20595	1220K	620004196	10	KS	24.1.2013	24.1.2013	
33	20595	6209	620017355	50	KS	24.1.2013	24.1.2013	
34	20595	6213	620017409	2	KS	24.1.2013	24.1.2013	
35	20595	6213	620017409	2	KS	24.1.2013	24.1.2013	
36	20595	6213	620017409	16	KS	24.1.2013	24.1.2013	
37	20595	6310	620023308	20	KS	24.1.2013	24.1.2013	
38	375	2202 2RS	620083169	9	KS	25.1.2013	25.1.2013	
39	195	51120A	620007411	10	KS	25.1.2013	25.1.2013	
40	195	51213A	620007493	40	KS	25.1.2013	25.1.2013	
41	20595	32307A	620016067	50	KS	25.1.2013	25.1.2013	
42	20595	32313A	620016073	50	KS	25.1.2013	25.1.2013	
43	20443	22232W33M_C3	22232W33M_C3	4	KS	25.1.2013	25.1.2013	
44	20443	22232W33M_C3	22232W33M_C3	28	KS	25.1.2013	25.1.2013	

Obr. č. 14 Struktura dat

Obrázek č.14 jsme zde umístili pro názornou ukázkou toho v jakém formátu s daty budeme pracovat. Konkrétně se jedná o záznam prodeje z roku 2013. Pro další zpracování těchto dat nás budou nejvíce zajímat sloupce pojmenované jako označení, ve kterém jsou uvedeny jednotlivé typy a varianty ložisek, fakturované množství a datum vykládky. Z těchto informací provedeme sumarizaci jednotlivých druhů za určité časové období. Sledovaným časovým úsekem v našem případě budou roky 2012 a 2013. Po zjištění těchto hodnot kde každému druhu ložiska přiřadíme typ množstevního balení, ve kterém se bude ve skladu vyskytovat. Závěrečným krokem této kapitoly bude kategorizace skladového materiálu, jehož cílem bude stanovení manipulačních prostředků a následného navržení vybavení skladového objektu.

## 2.3 Kategorizace skladovaného materiálu

V tomto kroku se budeme podrobněji zabývat kategorizací skladovaného materiálu. Tento úkon je prováděn z důvodu vymezení vztahu mezi materiálem, manipulačním prostředkem a ostatním vybavením. Vlastnosti a charakter přepravovaného materiálu hrají klíčovou roli při navrhování manipulačních prostředků, skladovacích jednotek a celkové dispozice skladu. Při vymezování jednotlivých vztahů si materiál rozdělíme do manipulačních skupin, kdy každá skupina musí obsahovat materiál se stejnými nebo podobnými charakteristickými znaky, nebo bude obsahovat shodnou kombinaci několika znaků. Každá takto vytvořená skupina se bude vyznačovat shodným způsobem manipulace pro jakýkoliv materiál z této skupiny. Prvním způsobem jakým můžeme materiál třídit je podle stavu, ve kterém se nachází:

- tuhý,
- kapalný,
- plyný,

nebo také podle přepravy:

- jednotlivé kusy,
- manipulační jednotky,
- volně ložený materiál.

Dalším způsobem jak můžeme třídit do kategorií, je podle charakteristických nebo fyzikálních znaků:

- rozměrů,
- hmotností,
- tvaru,
- stavu,

nebo dále podle ostatních znaků, jaká jsou:

- množství,
- činitel času,
- zvláštní předpisy.

[3,7]

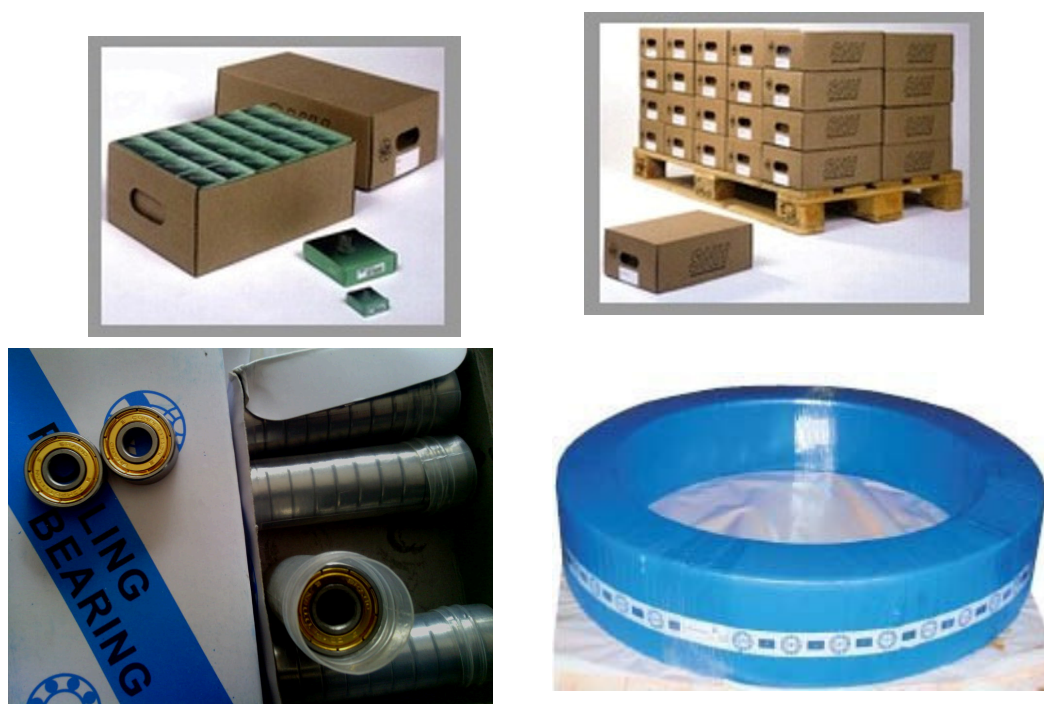
### 2.3.1 Postup při klasifikaci materiálu

Prvotním úkolem při kategorizaci materiálu je vytvořit seznam všech položek z upravených dat, které se vyskytují v podkladech, k nimž následně přiřadíme jejich jednotlivé charakteristické znaky. Po sestavení seznamu si stanovíme, které znaky jsou klíčové pro vytvoření jednotlivých materiálových skupin a jednotlivé druhy ložisek do příslušných skupin zařadíme. Pro rozřazení použijeme pracovní formuláře. Jelikož počet druhů ložisek čítá několik tisíc druhů, uvedeme vždy jen názornou ukázkou zpracovanou ve formě tabulky.

**Tabulka č. 2** Postup práce s daty

pořadí	označení	celkem [ks]	hmot. [kg]	ID obalu	druh obalu
1.	6204 2RS	192 169	0,107	56x17	tatranka
2.	6203 2RS	136 522	0,065	50x17	tatranka
3.	6205 2RS	133 452	0,129	67x19	tatranka
4.	6203 2RS C3	86 240	0,065	50x17	tatranka
5.	6204 2RS C3	70 433	0,107	56x17	tatranka
6.	6205 2RS C3	53 378	0,129	67x19	tatranka
7.	6206 2RS	45 942	0,201	74x21	tatranka
8.	30205A	43 844	0,167	67x26	tatranka
9.	30204A	32 305	0,136	56x17	tatranka
10.	30208A	27 808	0,452	88x26	tatranka
11.	6202 2RS	26 987	0,045	43x14	tatranka
12.	6206 2RS C3	24 790	0,201	74x21	tatranka
13.	6000 2Z	22 531	0,02	36x13	tatranka
14.	PLC 23-7	22 225	0,029	95x37	krabice
15.	30207A	20 864	0,361	81x25	tatranka
16.	30206A	19 605	0,256	74x25	tatranka
17.	6207 2RS	16 977	0,29	81x25	tatranka
18.	3209	14 456	0,7	103x27	tatranka
19.	6005 2RS	14 055	0,081	56x17	tatranka
20.	30209A	13 640	0,527	93x26	tatranka
21.	6004 2RS	11 919	0,07	50x17	tatranka
22.	L 44643/10	11 915	0,167	67x19	tatranka
23.	6202 2RS C3	10 983	0,045	43x14	tatranka
24.	30202A	10 076	0,053	43x20	tatranka
25.	22312EW33J_TPF01-96	10 000	3	135x49	krabice
26.	6201 2RS	9 857	0,037	43x14	tatranka
27.	1205	8 924	0,141	67x19	tatranka
28.	6208 2RS	8 540	0,367	93x23	tatranka
29.	6205 2Z	8 452	0,128	67x19	tatranka
30.	30211A	8 310	0,759	113x30	tatranka
31.	32211A	8 056	0,915	113x30	tatranka
32.	6303 2RS	7 962	0,116	56x17	tatranka
33.	6306 2RS	7 670	0,331	81x25	tatranka
34.	6305 2RS	7 560	0,232	81x25	tatranka
35.	6006 2RS	7 523	0,119	67x19	tatranka
36.	6304 2RS	7 270	0,144	67x19	tatranka
37.	6202 2Z	7 238	0,045	43x14	tatranka
38.	6205 RS	7 031	0,129	67x19	tatranka
39.	6204 2Z	6 677	0,107	56x17	tatranka
40.	6207	6 677	0,284	81x25	tatranka
41.	6000 2RS	6 428	0,02	36x13	tatranka
42.	51206	6 387	0,14	67x19	tatranka
43.	6203 2Z	6 368	0,065	50x17	tatranka
44.	6301 2RS	6 350	0,06	50x17	tatranka
45.	608 2ZR	6 268	0,015	178x88x72	tuba
46.	6204 RS	6 133	0,107	56x17	tatranka

Výše zobrazená tabulka č. 2 obsahuje jen určitou část druhů ložisek z plánovaného uskladněného sortimentu podniku. Zdrojem této tabulky byly údaje z veškerého provedeného příjmu dodávek za roky 2012 a 2013. V druhém sloupci se pod jednotlivými označeními skrývají různé varianty a rozměrové řady ložisek (viz Označování valivých ložisek) uvedeného výše. Jednotlivá ložiska jsou v tomto sloupci také barevně odlišena. Ložiska zvýrazněná oranžovou barvou jsou balena do krabiček po jednom kuse, ty jsou dále pro lepší manipulaci a skladování vkládány do krabic z kartonu. Žlutě zvýrazněná ložiska reprezentují typy balené samostatně do lepenkových krabic a krabiček. Bílé označení představuje typy, pro něž nebyly v podkladech uvedeny žádné manipulační ani transportní krabice či balení. Pro tyto případy budou navrženy vhodné balení z již používaných typů krabic. Fialově jsme označili ložiska, která jsou balena do tub. Ve vedlejším sloupci jsou uvedeny celkové hodnoty jednotlivých položek, které byly přijaty v pozorovaném časovém období. Sousední sloupce dále již konkretizují velikosti a způsoby balení. Pojem ID obalu udává rozměr krabičky, ve které je ložisko uloženo. Rozměr balení již určuje velikost množství balení, které je tvořeno určitým množstvím ID obalů. Červená pole v tomto sloupci náleží ložiskům, která nejsou sdružována do přepravních obalů. Poslední část tabulky s názvem typ balení jen dále potvrzuje již zmíněné barevné označení.



**Obr. č. 15** Různé druhy balení

### 2.3.2 Výběr třídících znaků a vytvoření materiálových skupin

V této fázi si musíme stanovit klíčové znaky, které nám poslouží k rozdělení všech skladovaných položek do jednotlivých skupin. Pro naši potřebu jsme si zvolili pouze jeden klíčový faktor a to typ balení. Důvodem tohoto kroku je fakt, že typ balení má největší vliv na vhodnou volbu manipulačních i skladovacích prostředků a zároveň zohledňuje rozměry ložisek v nich uložených. Pro tyto účely byly vytvořeny čtyři materiálové skupiny, ke kterým následně přiřadíme jednotlivé druhy ložisek. Způsob a doplňující informace o balení byly uvedeny již od zadavatele. Ložiska, u kterých nebyla uvedena informace o rozměrech a způsobu balení, jsme potřebné informace odvodili od ložisek podobných parametrů. Důvodem neuvedení těchto informací byl fakt, že tyto druhy ložisek byly nakoupeny u externích výrobců.

**Tabulka č. 3** Klasifikační souhrn materiálu

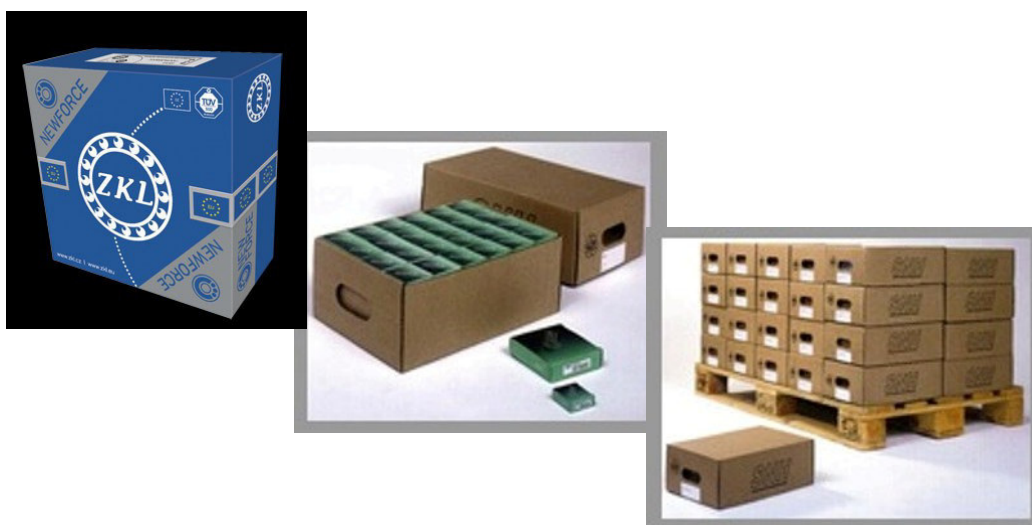
skupina materiálu		třídící znaky		technické příklady
popis	skupina	fyzické znaky	ostatní znaky	
tatranka	A	množstevní balení o rozměrech min. 100x55, max. 380x190 mm	nejpočetnější typ balení	ložiskový typ 6001.2RS
krabice	B	balení po 1 ks min. 95x37, max. 285x71 mm	pro méně četné ložiska pro převážně větší průměry	ložiskový typ 22308
bandáž	C	balení po 1 ks min. 190x170, max. 620x520 mm	pro větší rozměrové řady ložisek	ložiskový typ 6022, 6020 2Z
tuby	D	balení po 50 ks min. 100x50, max. 110x55 mm	pro malé průměry ložisek	ložiskový typ 608, 609 2RSR C3

Tabulka č.3 zobrazuje vytvořené skupiny materiálu rozdělených podle typu balení. Toto rozřazení je dále doplněno o třídící znaky, které příslušnou skupinu charakterizují. Třídícími znaky jsou rozměry příslušných balení, počty kusů, které obsahují nebo jejich využití vzhledem k uloženému typu ložiska. Poslední sloupec uvádí příklad ložiskových variant spadající do příslušné skupiny.

### 2.3.3 Charakteristika materiálových skupin

#### Tatranka (A)

Pod označením tatranka se nachází obal obsahující určitý počet menších jednokusových krabiček. Tento druh balení je využíván zejména pro snadnou manipulaci a skladování. Tatranky slouží především pro uložení malých a středně velkých ložisek. Nejmenší rozměr tatraneček je 110x110x55 mm a používá se například k uložení všech variant ložisek typu 6000 (jednořadá kuličková ložiska). Největší rozměr tatraneček je 380x380x190 mm a tento typ slouží jako balení pro ložiska 32311A (jednořadá kuželíková ložiska metrických rozměrů). Tento druh uskladnění ložisek je v poskytnutých podkladech nejčastější.



**Obr. č. 16** Příslušné obaly pro přepravu a skladování dané materiálové skupiny

#### Krabice (B)

Tato varianta balení je charakteristická tím, že v dané krabici či krabičce se nachází vždy jen jeden kus ložiska. I tento druh obalu je vyráběn v určitém rozměrovém odstupu. Nejmenší varianta tohoto balení je skládací krabice o rozměrech 95x95x37mm a je vyrobena z hladké lepenky o tloušťce 0,5 mm. U ložisek větších rozměrů je hladká lepenka zaměněna za vlnitou lepenku typu E. Největší variantou tohoto provedení je víková krabice o rozměrech 285x285x71 mm a tloušťce lepenky 1,8 mm.



### Bandáž (C)

Je to specifický typ balení, který slouží k dokonalé ochraně před okolními vlivy a brání poškození ložiska při manipulaci. S tímto typem obalu se můžeme setkat, jak u ložisek středních průměrů, tak i u ložisek velkých průměrů. Ochranným obalem je zde igelitová nebo pružná látková páska, která je omotána po celém obvodu ložiska viz obrázek č. 17.



Obr. č. 17 Využití bandáže v praxi

### Tuby (D)

Tento obal se využívá pro snadnější manipulaci a skladování většího počtu ložisek malého průměru. Tuby jsou dále po více kusech pro jednodušší přepravu a manipulaci ukládány do kartónových nebo lepenkových krabic. Z poskytnutých podkladů vyplývá, že dané balení obsahuje 50 kusů stejného typu ložisek.

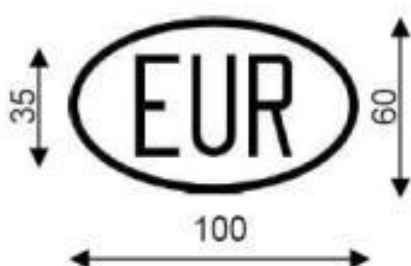


Obr. č. 18 Využití uskladnění formou tub

Všechny výše uvedené formy obalů mají jednu společnou věc, a to takovou, že pro jejich nakládku, přepravu, manipulaci a skladování budeme v navrhovaném skladu využívat standardizovaných palet. Konkrétně se jedná o evropské dřevěné čtyřcestné prosté palety s rozměrem 800mm x 1200mm (UIC 435-2), které spadají do okruhu výměnných palet v rámci Mezinárodní unie železnic. K tomuto typu se vztahuje norma ČSN 26 9110, která jasně definuje použitý materiál, spojovací prvky, toleranci odchylek a provedení. Tento druh palet je určený k vidlicové manipulaci a pro ukládání do policových, příhradových a konzolových regálů. Mohou být zatíženy při ukládávání do regálů nebo na vidlici vysokozdvížného vozíku:

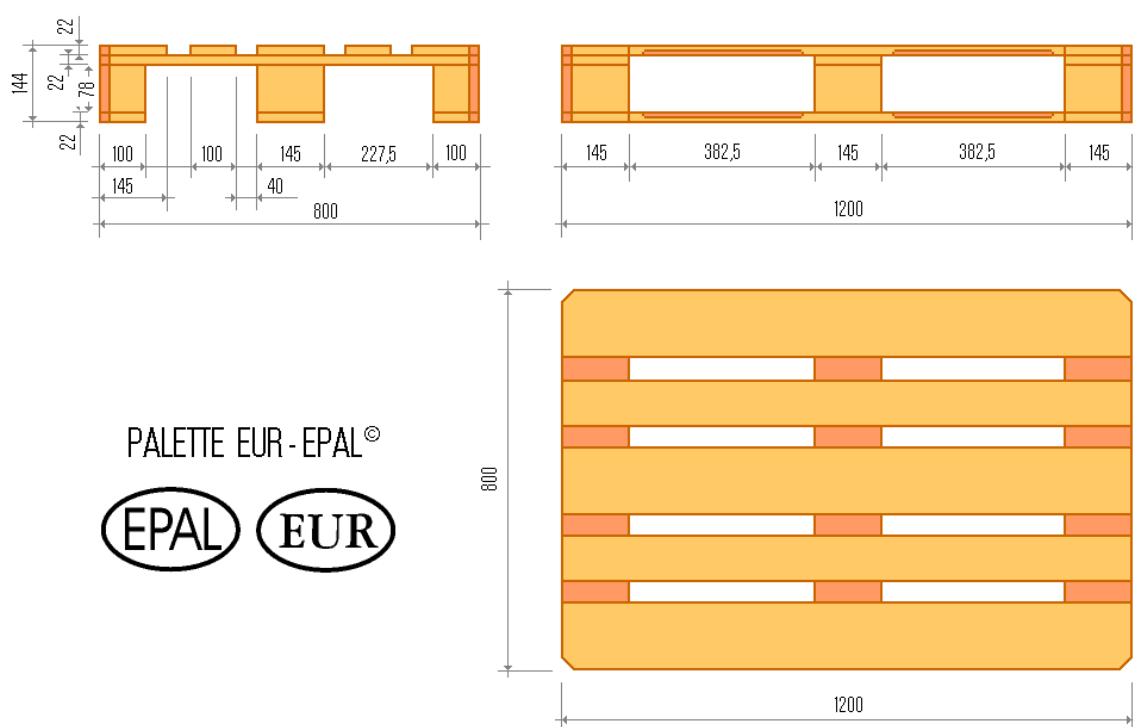
- a) břemenem nerovnoměrně rozloženým na ložné ploše o hmotnosti 1000kg,
- b) břemenem rovnoměrně rozloženým na ložné ploše o hmotnosti 1500kg,
- c) břemenem rovnoměrně rozloženým a celistvě doléhajícím na celou plochu ložné podlahy o hmotnosti 2000kg. [8,9]

Pro tento druh palet platí, že musí být na špalících delší strany uvedeny registrační značky garanta a poskytovatele licence, dále číslo uživatele licence a znak EUR. Všechny tyto znaky jsou uvedeny na obou stranách.



**Obr. č. 19** Značení palet

Palety snižují poškození výrobků a zvyšují stabilitu nákladu díky své robustní konstrukci. Zvyšují provozní produktivitu pomocí konzistence specifikace. Palety jsou vhodné nejen pro automatizovanou výrobu, ale také hrají důležitou roli pro skladovací systémy. Zvyšují totiž efektivnost při skladování a přepravě, díky čtyřcestné konstrukci, což zajišťuje kompatibilitu se všemi druhy manipulačních prostředků. [10]



**Obr. č. 20** Evropská dřevěná čtyřcestná prostá paleta

**Tabulka č. 4** Technické parametry evropské dřevěné čtyřcestné prosté palety

Parametry evropské dřevěné čtyřcestné prosté palety			
Rozměry	délka	1 200	mm
	šířka	800	mm
	výška	144	mm
Ložní plocha		0,96	m <sup>2</sup>
Váha		20-24	kg
Nosnost	maximální	1 500	kg
	rovnoměr. zatížení	2 000	kg

### **3. Analýza zásob**

V této části práce se budeme zabývat zpracováním veškerých poskytnutých dat. Cílem je z provedených analýz zásob stanovit potřebné parametry, které jsou pro celý projekt klíčové. Nejdůležitější hledanou informací v této fázi návrhu je celková kapacita skladového objektu. Pro její zjištění budeme vycházet z informací o nákupu a prodeji z let 2012 a 2013 ve všech dosavadních skladech. Prvním krokem tohoto rozboru je zjištění nejprodávanějších typů či variant ložisek za pozorované období. Jelikož zkoumaná data pochází ze čtyř skladových objektů, vytvoříme pro každý z nich samostatné analýzy formou tabulek. Z důvodu toho, že zkoumaná data jsou natolik rozsáhlá, výsledky jednotlivých rozborů budeme prezentovat pouze na nejfrekventovanějších položkách. Začneme vyhodnocením veškerého uskutečněného nákupu a následně i prodeje. Výstupem této části jsou čtyři grafy, z nichž dva znázorňují nákup a dva prodej z každého roku zvlášť. Cílem této kapitoly je přiřadit veškeré zboží k jednotlivým typům balení, ve kterém budou uskladněna.

Dalším krokem vedoucím k určení velikosti skladu bude celkové porovnání všech nakoupených a prodaných druhů a variant ložisek. Z jednotlivých stavů k určitému datu stanovíme maximální špičku, kdy se bude ve fiktivním skladu nacházet největší množství ložisek. Naším úkolem bude navrhnout sklad, který bude schopen pojmout veškeré zboží dosud uskladněné ve více menších skladech.

#### **3.1 Analýza nákupu**

Tento okruh zkoumání vychází ze záznamů všech provedených nákupů uskutečněných v již zmiňovaných skladech v daném období. Pojem nákup v našem případě nepředstavuje klasickou směnu zboží za oběživo, ale pouze administrativní převedení hotového výrobku z výroby do příslušného skladu. Pouze v ojedinělých případech se bude jednat o nákup ložisek od externích dodavatelů. Nicméně tyto nákupy v poskytnutých podkladech nejsou nijak odlišeny. První hodnoty, které si vyčíslíme budou celkové nákupy v jednotlivých letech.

**Tabulka č. 5** Celkové nákupy za pozorované období

Nákup v letech 2012 a 2013					
rok	objekt	počet kusů	rok	objekt	počet kusů
2012	sklad 1	343 944	2013	sklad 1	261 720
2012	sklad 2	15 881	2013	sklad 2	39 139
2012	sklad 3	3 904 930	2013	sklad 3	3 536 229
2012	sklad 4	453 165	2013	sklad 4	201 981
celkem		<b>4 717 920</b>	celkem		<b>4 039 069</b>

Jak si můžeme v tabulce č. 5 povšimnout, mezi jednotlivými skladovacími objekty je značná disproporce co se týká výroby ložisek. Tento jev je zapříčiněn skutečností, že jednotlivé výrobní závody se zabývají výrobou odlišných typů ložisek. V následujícím kroku si tyto hodnoty z tabulky detailně rozebereme. Analýza, kterou nyní použijeme, je prováděna za účelem stanovení nejčtetnějších typů a variant ložisek, u kterých budeme zohledňovat jejich typ balení, podle kterého následně budeme moci navrhnout manipulační a skladovací prostředky.

Nejprodávanější druhy ložisek v jednotlivém roce jsme stanovili pro každý sklad zvlášť pomocí kontingenční tabulky. Díky této funkci jsme mohli snadněji pracovat se zkoumanými položkami a vytvořit požadované výstupy. Zkoumanou četnost ložisek vyhotovíme z pohledu kusové a peněžní hodnoty.

**Tabulka č. 6** Konečné zhodnocení četnosti ložisek vyjádřené v kusech

Nákup 2012 skladu 1					
pozice	označení	počet ks	rozměr krabice	ks/krab.	typ krab.
1.	22312EW33J	29 689	SKL135x49	1	SKLÁDACÍ KRABICE
2.	22312EW33J Rad. s.	9 549	SKL135x49	1	SKLÁDACÍ KRABICE
3.	PLC_111-3	8 621			
4.	22310EW33J	7 440	SKL115x44	1	SKLÁDACÍ KRABICE
5.	22211EKW33J	7 192	SKL125x47	1	SKLÁDACÍ KRABICE
6.	22315EKW33J_C3	7 042	SKL165x58	1	SKLÁDACÍ KRABICE
7.	22215EKW33J	5 369	SKL132x35	1	SKLÁDACÍ KRABICE
8.	22218EW33J	5 345	SKL165x44	1	SKLÁDACÍ KRABICE
9.	22314EW33J	5 214	SKL155x54	1	SKLÁDACÍ KRABICE
10.	22211EKW33J_C3	4 406	SKL105x29	1	SKLÁDACÍ KRABICE
11.	22217EKW33J	4 341	SKL155x40	1	SKLÁDACÍ KRABICE
12.	22311EW33J	4 128	SKL125x47	1	SKLÁDACÍ KRABICE
13.	22218EKW33J	3 911	SKL165x44	1	SKLÁDACÍ KRABICE
14.	PLC_59-10.1	3 745	SKL185x63	1	SKLÁDACÍ KRABICE
15.	22308EW33J	3 707	SKL93x37	1	SKLÁDACÍ KRABICE
16.	22220EKW33J	3 592	SKL185x50	1	SKLÁDACÍ KRABICE
17.	22213EKW33J	3 507	SKL125x35	1	SKLÁDACÍ KRABICE
18.	22220EW33J	3 458	SKL185x50	1	SKLÁDACÍ KRABICE
19.	22222EW33J	3 383	SKL205x73	1	SKLÁDACÍ KRABICE
20.	22216EW33J	3 369	SKL145x37	1	SKLÁDACÍ KRABICE
21.	22216EKW33J	3 362	SKL145x37	1	SKLÁDACÍ KRABICE
22.	22309EW33J	3 051	SKL105x40	1	SKLÁDACÍ KRABICE
23.	22222EKW33J	3 050	SKL205x73	1	SKLÁDACÍ KRABICE
24.	PLC_58-11_A	3 010	235x84	1	VÍKOVÁ KRABICE
25.	PLC_510-23	2 993	220x220x110	1	VÍKOVÁ KRABICE
26.	22315EKW33J	2 977	SKL165x58	1	SKLÁDACÍ KRABICE
27.	22217EKW33J_C3	2 948	SKL155x40	1	SKLÁDACÍ KRABICE
28.	24122CW33J	2 938	SKL195x67	1	SKLÁDACÍ KRABICE
29.	22212EKW33J	2 930	SKL115x32	1	SKLÁDACÍ KRABICE
30.	22314EW33J_C3	2 889	SKL155x54	1	SKLÁDACÍ KRABICE
31.	22218EW33J_C3	2 817	SKL165x44	1	SKLÁDACÍ KRABICE
32.	22213EKW33J_C3	2 804	SKL125x35	1	SKLÁDACÍ KRABICE
33.	22308EW33J_C3	2 719	SKL95x3	1	SKLÁDACÍ KRABICE

Tabulka č. 6 obsahuje data získaná pomocí kontingenční tabulky, které jsme poté doplnili o informace o typu balení. Tato tabulka znázorňuje pouze nepatrnou část ze zpracovávaných dat nákupu skladu č. 1 z roku 2012. V druhém sloupci nalezneme pod označením jednotlivé typy ložisek vyrábějící se v závodě č. 1 spolu s množstvím zboží přijatého do skladu. V pravé části se pak nacházejí doplňkové informace o typu a rozměrech balení. Červeně označený řádek je uveden u ložiska, pro které není žádný typ balení udán. Později tato ložiska seskupíme a budou k nim přiřazeny požadované typy balení. Další informace, které z tabulky můžeme po rozklíčování jednotlivých označení vyčíst je, že daný výrobní podnik se zabývá výrobou převážně soudečkových a válečkových ložisek, která jsou následně balena kusově do krabic. Tento typ krabic byl v předchozí kapitole označen jako materiálová skupina krabice (C).



Výše uvedená analýza a k ní vytvořená tabulka se zabývá rozbořem nakoupených skladových zásob skladu č. 1 z hlediska četnosti uvedené v kusech. Naším dalším krokem bude provést obdobnou analýzu četnosti uvedenou v peněžních hodnotách.

**Tabulka č. 7** Konečné zhodnocení četnosti ložisek v Kč

Nákup 2012 sklad 1		
pořadí	označení	Kč
1.	PLC_111-3	25 064 762
2.	22312EW33J	17 037 730
3.	PLC_59-10.1	9 547 440
4.	PLC_510-23	8 286 383
5.	22315EKW33J_C3	6 316 674
6.	24122CW33J	5 796 674
7.	22312EW33J Rad.s.	5 315 349
8.	T 294/710EM	4 135 950
9.	22340W33M_C3	4 120 555
10.	22222EW33J	3 944 578
11.	22314EW33J	3 889 427
12.	22218EW33J	3 827 020
13.	22222EKW33J	3 663 050
14.	PLC_58-11_A	3 648 120
15.	22220EKW33J	3 502 200
16.	22220EW33J	3 271 268
17.	22310EW33J	3 206 640
18.	29436M	3 177 360
19.	22340W33M	3 056 205
20.	22215EKW33J	3 022 747
21.	22211EKW33J	2 963 104
22.	22217EKW33J	2 934 903
23.	22226EW33J	2 899 224
24.	22218EKW33J	2 886 318
25.	22222EKW33J_C3	2 854 777
26.	PLC_410-33.2	2 831 888
27.	PLC_410-34.2	2 739 024
28.	23220W33M	2 697 696
29.	22315EKW33J	2 670 369
30.	29420EJ	2 486 550
31.	22220EKW33J_C3	2 484 995
32.	29420M	2 461 407
33.	22248KW33M	2 451 015

Tabulka č.7 znázorňuje provedený rozbor z hlediska finančních prostředků. Při porovnání obou tabulek si můžeme všimnout, že některé typy se vyskytují u obou rozborů. Tyto typy jsou v tabulce zvýrazněny světle zelenou barvou. Jsou to ložiska nejvíce nakupovaná a pro podnik hrají důležitou roli i z hlediska finančního. Toto zhodnocení jsme provedli z důvodu komplexnosti návrhu.

Obdobný postup použijeme i při analýzách zbývajících skladových objektů. Sklad č.2 se vyznačuje mnohem menším objemem zboží než ostatní výrobní závody. V roce 2012 bylo do skladu převedeno pouze 15 881 kusů ložisek. To může být způsobeno větším poměrem výroby přímo na zakázku nebo omezenou výrobou.

**Tabulka č. 8** Konečné zhodnocení četnosti ložisek vyjádřené v kusech

Nákup 2012 sklad 2					
pozice	označení	počet ks	rozměr krabíčky	ks/krab.	typ krab.
1.	22206EW33J	2 232	NEUVEDENY ŽÁDNÉ DOPLŇUJÍCÍ INFORMACE		
2.	22205EW33J	1 764			
3.	22208EW33J	1 683			
4.	22209EKW33J	1 650			
5.	22207EW33J	1 394			
6.	22210EW33J	1 274			
7.	22210EKW33J	1 066			
8.	22209EKW33J C3	870			
9.	22209EW33J	660			
10.	22206EW33J C3	434			
11.	22210EKW33J C3	416			
12.	22210EW33J C3	416			
13.	22208EW33J C3	363			
14.	22207EW33J C3	287			
15.	22209EW33J C3	240			
16.	22208EKW33J	231			
17.	22207EKW33J C3	205			
18.	22207EKW33J	164			
19.	22208EKW33J C3	132			
20.	22206EKW33J	124			
21.	22205EKW33J	92			
22.	22205EKW33J C3	92			
23.	22205EW33J C3	92			

Tabulka č. 8 znázorňuje všechny nakupované typy ložisek a jejich množství v roce 2012. Na rozdíl od tabulky č. 6 je zde uveden konečný počet položek nacházejících se ve zmiňovaném skladu. K těmto položkám nebyly poskytnuty žádné doplňující informace o typu či rozměru balení. Tímto problémem se budeme zabývat v závěru této kapitoly, kdy k této skupině ložisek navrhujeme balení podle příslušných rozměrů ložisek. Dalším krokem, který bude nyní následovat je podrobení stejného podkladu nákupu z roku 2012 analýze četnosti z hlediska peněžní hodnoty.



**Tabulka č. 9** Konečné zhodnocení četnosti ložisek v Kč

Nákup 2012 sklad 2		
pořadí	označení	Kč
1.	22206EW33J	702 963
2.	22209EKW33J	605 379
3.	22208EW33J	599 227
4.	22205EW33J	516 883
5.	22210EW33J	480 606
6.	22207EW33J	469 886
7.	22210EKW33J	395 687
8.	22209EKW33J C3	321 192
9.	22209EW33J	241 756
10.	22210EW33J C3	157 021
11.	22210EKW33J C3	155 760
12.	22206EW33J C3	133 879
13.	22208EW33J C3	129 448
14.	22207EW33J C3	96 067
15.	22209EW33J C3	87 867
16.	22208EKW33J	82 188
17.	22207EKW33J C3	68 257
18.	22207EKW33J	54 886
19.	22208EKW33J C3	47 072
20.	22206EKW33J	38 618
21.	22205EKW33J	27 262
22.	22205EKW33J C3	27 262
23.	22205EW33J C3	27 262

Tabulka č. 9 obsahuje výsledky provedené analýzy četnosti ložisek nákupu pro rok 2012 z pohledu peněžní hodnoty. Při porovnání obou četností, zjistíme, že obě tabulky obsahují všechny identické položky. Je to způsobeno malým výrobním sortimentem nacházejícím se ve skladu č. 2. Tento výrobní závod se specializuje na výrobu soudečkových ložisek.

**Tabulka č. 10** Konečné zhodnocení četnosti ložisek vyjádřené v kusech

Nákup 2012 sklad 3					
pozice	označení	počet ks	rozměr krabíčky	ks/krab.	typ krab.
1.	6204 2RS	253 086	SKL56x17	1	tatranka
2.	6203 2RS	162 422	SKL50x17	1	tatranka
3.	6205 2RS	142 820	SKL67x19	1	tatranka
4.	6204 2RS C3	72 368	SKL56x17	1	tatranka
5.	6203 2RS C3	67 430	SKL50x17	1	tatranka
6.	6305 RS C3	52 462	SKL74x21	1	tatranka
7.	6205 2RS C3	49 851	SKL67x19	1	tatranka
8.	6206 2RS	48 300	SKL74x21	1	tatranka
9.	3205 NEW FORCE	41 575			
10.	6202 2RS	39 914	SKL43x14	1	tatranka
11.	6307 RS C3	39 602	SKL93x23	1	tatranka
12.	6205 2Z	37 571	SKL67x19	1	tatranka
13.	30204A	37 485	SKL56x17	1	tatranka
14.	3208 NEW FORCE	37 249			
15.	6206 2RS C3	37 103	SKL74x21	1	tatranka
16.	30207A	35 114	SKL81x25	1	tatranka
17.	3204 NEW FORCE	30 937			
18.	6000 2Z	30 842	SKL36x13	1	tatranka
19.	32007Ax	28 296	SKL74x21	1	tatranka
20.	6203 2Z	27 969	SKL50x17	1	tatranka
21.	6202 2Z	27 474	SKL43x14	1	tatranka
22.	30208A	26 533	SKL88x26	1	tatranka
23.	608 2ZR	25 393	KV178x88x72	50	TUBA
24.	6305 C3	25 272	SKL74x21	1	tatranka
25.	6004 2RS	25 262	SKL50x17	1	tatranka
26.	3209 NEW FORCE	25 015			
27.	6208 2RS C3	24 981	SKL93x23	1	tatranka
28.	3206 NEW FORCE	23 473			
29.	30205A	22 399	SKL67x26	1	tatranka
30.	51214 NEW FORCE	21 681			
31.	30209A	21 404	SKL93x26	1	tatranka
32.	51104A NEW FORCE	21 013			
33.	6207 2RS	19 998	SKL81x25	1	tatranka

Vyobrazená tabulka obsahuje veškeré druhy ložisek, které byly v roce 2012 převedeny z výroby do sledovaného skladu. Tak jako v tabulce č. 6 i zde, uvedený počet položek není konečný. V první části tabulky jsou uvedena jednotlivá ložiska s přiřazenou hodnotou nákupu. Další část doplňuje informace o příslušném balení ve kterém je ložisko uloženo. Červeně označené řádky upozorňují na ložiska u kterých bude typ balení doplněn později. Tento výrobní podnik se specializuje na výrobu kuličkových ložisek, která jsou následně balena do tatranek viz materiálová skupina tatranka (A).

Následující tabulka je výstupem rozboru četnosti ložisek za rok 2012 skladu č. 3 z finančního pohledu.

**Tabulka č. 11** Konečné zhodnocení četnosti ložisek v Kč

Nákup 2012 sklad 3		
pořadí	označení	Kč
1.	3208 NEW FORCE	5 042 827
2.	3308 C3 NEW FORCE VKB	4 041 775
3.	3209 NEW FORCE	3 957 373
4.	51214 NEW FORCE	3 303 751
5.	3205 NEW FORCE	3 113 964
6.	6204 2RS	3 081 288
7.	32218A	2 571 578
8.	32016AX	2 402 180
9.	3204 NEW FORCE	2 204 880
10.	3310 NEW FORCE	2 186 299
11.	6205 2RS	2 009 471
12.	3206 NEW FORCE	1 990 836
13.	3309 C3 NEW FORCE VKB	1 711 132
14.	3306 C3 NEW FORCE	1 670 013
15.	3305 NEW FORCE	1 607 807
16.	6203 2RS	1 532 403
17.	6307 RS C3	1 526 805
18.	3207 NEW FORCE	1 450 183
19.	7210 AA	1 418 730
20.	6314 2Z	1 392 132
21.	30207A	1 380 709
22.	3307 NEW FORCE	1 258 729
23.	3308 C3 NEW FORCE	1 232 381
24.	32211A	1 225 358
25.	30208A	1 203 981
26.	6305 RS C3	1 185 968
27.	3210 NEW FORCE	1 183 601
28.	32226A	1 181 358
29.	32007AX	1 141 366
30.	30209A	1 071 718
31.	6315 2Z	1 042 372
32.	3309 NEW FORCE	1 018 623
33.	3306 NEW FORCE	980 630

Tabulka č. 11 je obdobou tabulky č. 10 s tím rozdílem, že prezentuje náhled na četnost ložisek nakoupených v roce 2012 ve skladu č. 3 z hlediska ekonomického. Tak jak u skladu č.1 i zde můžeme vidět, že ložiska s největším obrátem hrají důležitou roli pro podnik i z hlediska finančního. Položky v tabulce označené zelenou barvou představují ten druh ložisek, která se vyskytují v obou rozborech četnosti do určitého zobrazovaného pořadí. To, že některé druhy takto označeny nejsou neznamena, že pro podnik nehrají důležitou roli. Může to být způsobeno faktem, že se v daném období snížila poptávka po tomto druhu.

**Tabulka č. 12** Konečné zhodnocení četnosti ložisek vyjádřené v kusech

Nákup 2012 sklad 4					
pozice	označení	počet ks	rozměr krabíčky	ks/krab	typ krab.
1.	L 44643/10	16 466			
2.	LM 11949/10	13 531			
3.	L 45449/10	10 650			
4.	1205	9 800			
5.	51104A	8 900			
6.	LM 501349/501310	8 399			
7.	LM 67048/10	8 100			
8.	JM 207049A/JM207010	7 220			
9.	LM 48548/10	7 068			
10.	1204	7 000			
11.	LM 11749/10	7 000			
12.	L 44649/10	6 600			
13.	UC 205	6 500			
14.	LM 12749/10	6 355			
15.	51107A	5 900			
16.	UC 207	5 440			
17.	HM 218248/218210 -	5 382			
18.	3204 TNG	5 300			
19.	51207	5 250			
20.	51208	5 200			
21.	UC 206	5 200			
22.	2206	5 000	SKL74X25	1	tatranka
23.	51101A	4 600	SKL93X23	1	tatranka
24.	1209K	4 500			
25.	51206	4 450	SKL67X19	1	tatranka
26.	M 12649/10	4 450			
27.	1205C3	4 300			
28.	2205	4 200	SKL56X21	1	tatranka
29.	1206	4 000	SKL74X21	1	tatranka
30.	51102A	4 000	SKL81X25	1	tatranka
31.	1207	3 900			
32.	M 84548/84510	3 800			
33.	3585 / 3525	3 600			

Tabulka č. 12 je obdobná jako všechny předchozí, jediným viditelným rozdílem je zde větší nedostatek doplňkových informací o typech a rozměrech balení. Druhy ložisek, které jsou označeny červeným řádkem budou v závěru této kapitoly seřazeny a pro tuto skupinu budou navrženy vhodné typy balení.

**Tabulka č. 13** Konečné zhodnocení četnosti ložisek v Kč

Nákup 2012 sklad 4		
pozice	označení	Kč
1.	HM 218248/218210 -	942 926
2.	JM 207049A/JM207010	652 132
3.	3309 C3 TNG	461 025
4.	LM 501349/501310	352 599
5.	JP 12049/10	299 182
6.	UC 207	293 112
7.	L 44643/10	282 697
8.	3585 / 3525	271 750
9.	3307 C3 TNG	261 698
10.	1310	240 440
11.	L 45449/10	222 936
12.	3310 C3 TNG	222 084
13.	UC 208	217 489
14.	LM 11949/10	213 167
15.	JP 10049/10	210 203
16.	3309 TNG	208 877
17.	1209K	186 768
18.	1205	183 376
19.	1215K	181 511
20.	UC 206	173 355
21.	UC 205	166 312
22.	LM 48548/10	164 626
23.	25580/520	164 233
24.	LM 67048/10	160 035
25.	K-HM 518445/410	159 840
26.	3306 TNG	159 608
27.	3312 C3 TNG	157 657
28.	2206	156 127
29.	418 / 414	155 591
30.	1211K	152 349
31.	SAL 15-3 DAC35680037	148 723
32.	3204 TNG	148 566
33.	3310 TNG	142 694

Tabulka č. 13 je obdobná jako všechny předchozí tabulky zabývající se konečným zhodnocením četnosti ložisek z finančního pohledu.

Nyní, když máme k dispozici již zkompleťovaná data, můžeme je rozdělit do čtyř skupin podle druhu balení. U jednotlivých skupin provedeme následně sumarizaci všech položek a vložíme je do tabulky, která bude sloužit jako podklad k vyhotovení výstupních grafů z této části rozboru zásob.

**Tabulka č. 14** Rozdělení nákupu podle druhu balení

Nákup		
	rok 2012	rok 2013
krabice	347 944	270 720
tatranek	4 029 447	3 291 916
tuby	161 350	278 650
bandáž	179 179	197 783
<b>celkem</b>	<b>4 717 920</b>	<b>4 039 069</b>

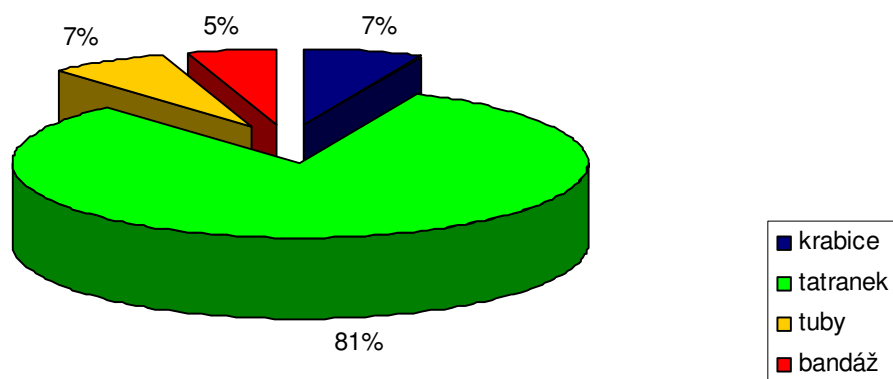
Zpracování analýz pro rok 2013 proběhlo stejným způsobem jako pro rok 2012. Tabulky jsou identické s rozdílem velikosti hodnot četností jak z pohledu kusů, tak i z peněžní hodnoty. Veškeré výstupy doposud provedených analýz budou zpracovány formou grafů. Výsledky budou situovány ve dvou grafech, pro každý rok zvlášť.



**Graf č. 1** Vyjádření celkového nákupu za rok 2012 ve formě balení

Graf č. 1 Představuje veškerý objem provedených nákupů v roce 2012, který je procentuálně rozdělen na čtvrtiny. Každá čtvrtina odpovídá specifickému způsobu uskladnění ložisek. Jak tento graf dokládá, nejvíce využívaný druh uskladnění, je formou tatranek, které jsou použity v osmdesáti šesti procentech. Naopak nejméně preferovaným způsobem je ukládání v tubách.

### ***Složení celkového nákupu za rok 2013 vyjádřené v typech balení***



**Graf č. 2** Vyjádření celkového nákupu za rok 2013 ve formě balení

Pomocí rozboru jednotlivých nákupů jsme si ujasnili, v jaké formě se budou jednotlivé ložiska v navrhovaném skladu nacházet. V kapitole Návrhy řešení pro jednotlivé typy balení navrhne příslušnou formu skladování, která bude zohledněna v konečném návrhu skladu. Další fázi návrhu, kterou se budeme zabývat je analýza prodeje.

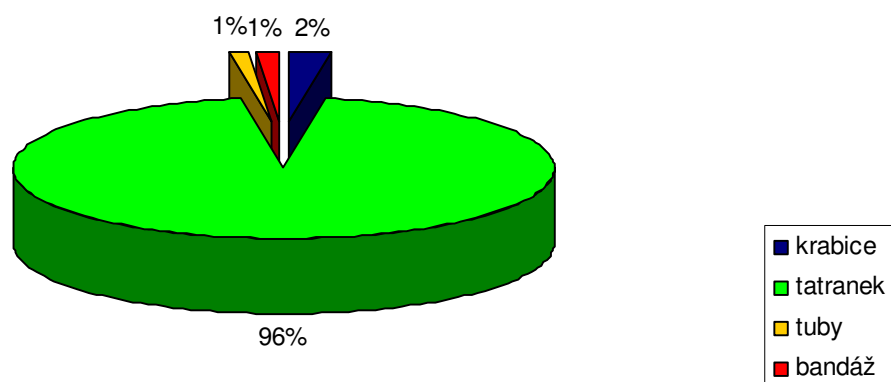
## **3.2 Analýza prodeje**

Stejně jako v části analýzy nákupu, i zde první věcí, kterou provedeme bude celkový rozbor prodeje za sledované roky 2012 a 2013. Ve stanoveném období se zaměříme na informace o typech balení jednotlivých prodaných ložisek. Pro práci s daty využijeme kontingenčních tabulek, které nám poslouží k vytvoření skupin, řazených podle způsobu uložení ložisek. Jednotlivé hodnoty typů balení sečteme a uvedeme v tabulce.

**Tabulka č. 15** Celkový prodej za pozorované období

Prodej		
	rok 2012	rok 2013
krabice	82 328	51 458
tatranek	3 280 179	1 483 191
tuby	35 210	84 365
bandáž	46 981	51 462
<b>celkem</b>	<b>3 444 698</b>	<b>1 670 476</b>

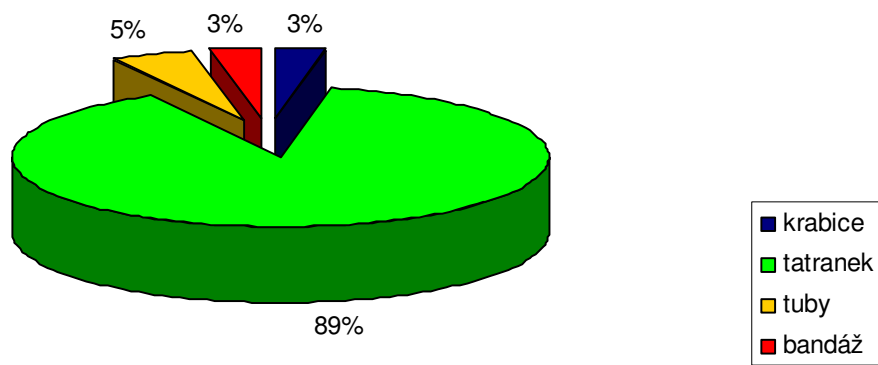
***Složení prodeje za rok 2012 vyjádřené v typech balení***



**Graf č. 3** Vyjádření celkového prodeje za roku 2012 ve formě balení

Výše uvedený graf vychází z tabulky č. 15, znázorňuje složení prodaných ložisek vzhledem k jejich variantě obalu. Díky těmto rozborům určíme položky, kterým musíme věnovat zvýšenou pozornost.

***Složení prodeje za rok 2013 vyjádřené v typech balení***



**Graf č. 4** Vyjádření celkového prodeje za roku 2013 ve formě balení



### 3.3 Analýza počtu objednávek a průměrného objednávaného množství

V následujícím kroku se budeme ještě podrobněji zabývat rozbořem prodejů ve stanoveném období. Při zpracování této analýzy jsme se zaměřili na počet objednávek, které jsme následně přiřadili k příslušným ložiskům. Sledovaným kritériem nebyl pouze parametr počtu objednávek, ale také stanovení průměrného objednávaného množství jednotlivých ložisek. Po dokončení tohoto rozboru jsme se rozhodli, že celkovou skladovací plochu rozdělíme na dvě specifické části. První část skladu bude sloužit pro uskladnění maloobrátkových ložisek. Tyto typy a varianty ložisek jsou v převážné většině případů baleny jednotlivě do obalů, kterou jsou charakterizovány jako krabice (B) a bandáže (C). Pro tyto druhy balení je zamýšlená manipulace a skladování uskutečňováno pomocí palet, které byly již výše specifikovány. Díky tomu budeme první část skladu pracovně označovat jako paletový sklad. Druhou část skladu bude tvořit skladovací zařízení umožňující rychlé a snadné vyskladnění jakéhokoliv množství vysokoobrátkových ložisek uložených převážně v tatrancích a tubách. Tato část se bude pracovně nazývat obrátkový sklad.

Nyní použijeme tabulku, na které uvedeme příklad postupu již zmiňované analýzy. Pro názornou ukázkou byly z každé materiálové skupiny vybrána ložiska, u kterých jsme doplnili sledované parametry a provedli umístění.

**Tabulka č. 16** Stanovení počtu a průměrného množství objednávek

Stanovení počtu a průměrného množství objednávek						
označení	celkem [ks]	p.objed.	prům.ks	hmot. [kg]	umístění	typ bal.
608 2RSR	17276	43	402	0,015	OBRAT. S. PAL. S.	tuba
608 2RSR C3	3000	16	188	0,015	OBRAT. S. PAL. S.	tuba
608 2ZR	14466	31	467	0,015	OBRAT. S. PAL. S.	tuba
624 2ZR	6110	26	235	0,004	OBRAT. S. PAL. S.	tuba
635 2ZR	130	3	43	0,009	OBRAT. S. PAL. S.	tuba
627 2RSR C3	720	11	65	0,012	OBRAT. S. PAL. S.	tuba
627 2ZR C3	662	8	83	0,012	OBRAT. S. PAL. S.	tuba
6000	178	6	30	0,019	OBRAT. S. PAL. S.	tatranka
6000 2RS	4905	27	182	0,02	OBRAT. S. PAL. S.	tatranka
16003	20	3	7	0,032	OBRAT. S. PAL. S.	tatranka
6201 2RS	7163	32	224	0,037	OBRAT. S. PAL. S.	tatranka
6001 2RS C3	880	10	88	0,022	OBRAT. S. PAL. S.	tatranka
6001 2Z	157	8	20	0,022	OBRAT. S. PAL. S.	tatranka
6202 2RS	9524	35	272	0,045	OBRAT. S. PAL. S.	tatranka
2200	29	6	5	0,047	OBRAT. S. PAL. S.	tatranka
22205EW33J	873	22	40	0,16	OBRAT. S. PAL. S.	krabice
22205EW33J C3	137	9	15	0,16	OBRAT. S. PAL. S.	krabice
22206EW33J	608	27	23	0,25	OBRAT. S. PAL. S.	krabice
22206EW33J C3	317	17	19	0,25	OBRAT. S. PAL. S.	krabice
6016 2RS	111	8	14	0,86	OBRAT. S. PAL. S.	bandáž
6016 2RSC3	25	7	4	0,86	OBRAT. S. PAL. S.	bandáž
6016 2Z	56	7	8	0,86	OBRAT. S. PAL. S.	bandáž
6017 2RS	24	3	8	0,89	OBRAT. S. PAL. S.	bandáž
6017 2Z C3	35	4	9	0,89	OBRAT. S. PAL. S.	bandáž
6214 2RS	281	19	15	1,09	OBRAT. S. PAL. S.	bandáž

Tabulka č.16 jak již bylo výše zmíněno, slouží jako ukázkový příklad provedeného rozboru. Jsou zde uvedeny všechny materiálové skupiny, ke kterým jsme doplnili informace o počtu a průměrném množství objednávek. Další informaci, kterou nám tabulka poskytuje je umístění v navrhovaném skladu. Rozdělení proběhlo na základě několika faktorů. Nejdůležitější roli zde hrál typ balení a následně bylo zohledněno také průměrné objednávané množství spolu s celkovým počtem prodaných ložisek. V případě, kdy průměrné objednávky několikanásobně přesahují počet kusů v množstevním balení nebo celková hodnota objednávek dosahuje řádů tisíců, jsou tyto druhy ložisek umístěny v obou částech skladu. Účelem tohoto umístění je optimální vyskladnění požadované objednávky.

### 3.4 Určení velikosti skladu

V této části podkapitoly se zaměříme na postup, kterým stanovíme konečnou kapacitu skladu. Tato část práce je klíčová a od vypočtené velikosti se bude odvíjet veškerá následující práce. Po stanovení potřebné kapacity skladu provedeme výpočet rezervy o kterou bude navrhovaný sklad navýšen. V dalším kroku budeme již pracovat s předešlými analýzami, které poslouží k bližší konkretizaci a vyčíslení jednotlivých částí skladového objektu. Pro přehlednost budou opět veškeré důležité informace uvedeny formou tabulek.

Nyní, když jsme si nastínili jednotlivé kroky v této fázi, můžeme se směle pustit do určení velikosti skladu. Pro výpočet velikosti skladu budeme vycházet z již proběhlých rozborů nákupů a prodejů za oba zmiňované roky. Předpokladem pro naše stanovení velikosti je, že nebudeme zohledňovat stav zásob před rokem 2012. V námi použitým postupu pracujeme pouze s nákupy z let 2012 a 2013, od kterých budou odečteny hodnoty prodejů za příslušné roky.

**Tabulka č. 17** Výchozí zdrojová data pro stanovení velikosti skladového objektu

Bilance pozorovaného období							
Nákup 2012		Prodej 2012		Nákup 2013		Prodej 2013	
leden	477 284	leden	56 985	leden	295 793	leden	19 231
únor	347 616	únor	242 705	únor	326 429	únor	129 369
březen	312 118	březen	207 483	březen	478 863	březen	105 764
duben	186 150	duben	323 773	duben	392 529	duben	80 583
květen	456 958	květen	276 770	květen	341 800	květen	108 107
červen	333 669	červen	375 481	červen	447 226	červen	77 491
červenec	299 231	červenec	222 341	červenec	286 343	červenec	82 328
srpen	495 701	srpen	354 184	srpen	331 582	srpen	90 397
září	555 340	září	390 886	září	592 793	září	714 597
říjen	464 804	říjen	332 248	říjen	266 997	říjen	82 625
listopad	336 542	listopad	330 419	listopad	169 174	listopad	110 017
prosinec	452 507	prosinec	331 423	prosinec	109 540	prosinec	69 967
celkem	4 717 920	celkem	3 444 698	celkem	4 039 069	celkem	1 670 476

Tabulka č. 17 obsahuje zdrojová data, se kterými budeme pro stanovení velikosti skladového objektu dále pracovat. Je obdobná jako všechny předchozí tabulky týkající se prodeje a nákupu, s tím rozdílem, že uvádí jednotlivé položky v měsíčních intervalech. Hledaným výsledkem je v tomto porovnání maximální hodnota počtu ložisek, které zůstanou ve skladu po vyřízení veškerých zákaznických objednávek. Pro tyto účely jsme si vytvořili další tabulku s hodnotami po odečtení prodeje. Pro výpočet jednotlivých hodnot jsme použili vzorce:

$$SQ = IS + Q_P - Q_S \quad (1)$$

**Kde:**

**SQ** – stav zásob

**IS** – počáteční stav

**Q<sub>P</sub>** – nakoupené množství

**Q<sub>S</sub>** – vyexpedované množství

Ukázka stanovení stavu zásob pro jednotlivé měsíce:

$$SQ_{LEDEN\ 2012} = IS + Q_P - Q_S = 0 + 477284 - 56985 = \underline{\underline{420299ks}}$$

$$SQ_{ÚNOR\ 2012} = IS + Q_P - Q_S = 420299 + 347616 - 242705 = \underline{\underline{525210ks}}$$

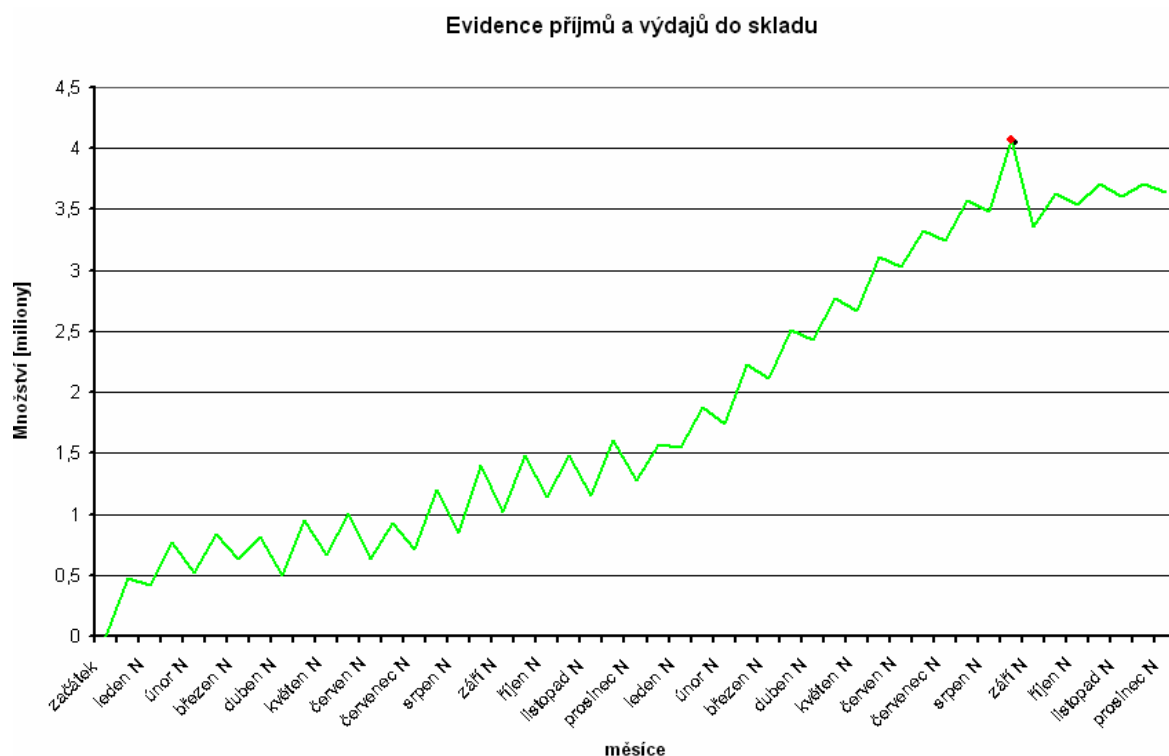
$$SQ_{LEDEN\ 2013} = IS + Q_P - Q_S = 1273222 + 295793 - 19231 = \underline{\underline{1549784ks}}$$

$$SQ_{ÚNOR\ 2013} = IS + Q_P - Q_S = 1549784 + 326429 - 129369 = \underline{\underline{1746844ks}}$$

**Tabulka č. 18** Stav zásob po porovnání nákupů a prodejů

Stav zásob po vyřízení zákaznických objednávek					
	měsíc	[ks]		měsíc	[ks]
	začátek	0		začátek	1 273 222
rok 2012	leden <sub>N</sub>	477 284	rok 2013	leden <sub>N</sub>	1 569 015
	leden	420 299		leden	1 549 784
	únor <sub>N</sub>	767 915		únor <sub>N</sub>	1 876 213
	únor	525 210		únor	1 746 844
	březen <sub>N</sub>	837 328		březen <sub>N</sub>	2 225 707
	březen	629 845		březen	2 119 943
	duben <sub>N</sub>	815 995		duben <sub>N</sub>	2 512 472
	duben	492 222		duben	2 431 889
	květen <sub>N</sub>	949 180		květen <sub>N</sub>	2 773 689
	květen	672 410		květen	2 665 582
	červen <sub>N</sub>	1 006 079		červen <sub>N</sub>	3 112 808
	červen	630 598		červen	3 035 317
	červenec <sub>N</sub>	929 829		červenec <sub>N</sub>	3 321 660
	červenec	707 488		červenec	3 239 332
	srpen <sub>N</sub>	1 203 189		srpen <sub>N</sub>	3 570 914
	srpen	849 005		srpen	3 480 517
	září <sub>N</sub>	1 404 345		září <sub>N</sub>	<b>4 073 310</b>
	září	1 013 459		září	3 358 713
	říjen <sub>N</sub>	1 478 263		říjen <sub>N</sub>	3 625 710
	říjen	1 146 015		říjen	3 543 085
	listopad <sub>N</sub>	1 482 557		listopad <sub>N</sub>	3 712 259
	listopad	1 152 138		listopad	3 602 242
	prosinec <sub>N</sub>	1 604 645		prosinec <sub>N</sub>	3 711 782
	prosinec	1 273 222		prosinec	3 641 815

Ve výše uvedené tabulce se nacházejí hodnoty vypočítané porovnáním nákupu a expedice pro jednotlivé měsíce. Pro zjednodušení jsme předpokládali, že dodávky do skladu budou realizovány ve stejný okamžik. Název měsíce s indexem N představuje okamžik naskladnění nakoupených ložisek. Název měsíce bez indexu udává množství ložisek na skladě po odečtení veškeré expedice v daném měsíci. Hledaná hodnota je v tabulce zvýrazněna červeným rámečkem. Tato hodnota představuje maximální množství, které se za pozorované období ve skladu vyskytlo. Jelikož námi navrhovaný sklad musí být schopen toto množství pojmout, jeho minimální kapacita bude rovna množství uskladněného zboží v září roku 2013. Pro lepší názornost si z uvedených dat v tabulce č. 18 sestojíme graf.



**Graf č. 5** Graf toku zboží do skladu a ze skladu v pozorovaném období

Jak je z předchozí tabulky a grafu patrné, minimální kapacita skladu je 4 073 310 kusů ložisek. K této hodnotě bude následně připočítána rezerva, jejíž hodnotu si nyní stanovíme. Pro výpočet průměrné měsíční dodávky použijeme vzorec:

$$AMQ = \frac{Q_{MAX} + Q_{MIN}}{2} \quad (2)$$

**Kde:**

**AMQ** – měsíční průměrná dodávka

**Q<sub>MAX</sub>** – dodávka s maximálním množstvím

**Q<sub>MIN</sub>** – dodávka s minimálním množstvím

Ukázka výpočtu pro měsíční průměrnou dodávku ze skladu č. 2

$$AMQ_2 = \frac{Q_{MAX2} + Q_{MIN2}}{2} = \frac{35830 + 7790}{2} = \frac{43620}{2} = \underline{\underline{21810ks}}$$

**Tabulka č. 19** Přehled stanovených hodnot

Kapacita navrhovaného skladu		ks
maximální potřebný objem skladu v roce 2013		4 073 310
<b>rezerva</b>		
měsíční průměrná dodávka ze skladu 1		3 262
měsíční průměrná dodávka ze skladu 2		21 810
měsíční průměrná dodávka ze skladu 3		294 686
měsíční průměrná dodávka ze skladu 4		16 832
celková kapacita navrhovaného skladu		4 409 900
celková kapacita navrhovaného skladu po zaokrouhlení		4 410 000

Úkolem této kapitoly bylo stanovení celkové kapacity navrhovaného skladového objektu. Tento cíl byl splněn za pomoci analýzy zásob, která byla vypracována z veškerých poskytnutých podkladů od zadavatele návrhu. Minimální kapacita skladu byla určena pomocí porovnání nákupů a prodejů ve sledovaném období. Při tomto postupu bylo nalezeno místo, ve kterém bylo dosaženo maximálního množství ložisek, společně uskladněných. K této hodnotě jsme následně připočítali rezervu, jejíž velikost jsme stanovili jako součet měsíčních průměrných dodávek z výrobních podniků. Výsledek byl ještě upraven zaokrouhlením.

V následující kapitole si ještě podrobněji rozebereme skladbu skladu a provedeme tři návrhy řešení. Jednotlivé návrhy podrobíme detailnímu popisu, v něm si stanovíme jednotlivé manipulační zařízení, skladové zařízení a další potřebné vybavení skladu.

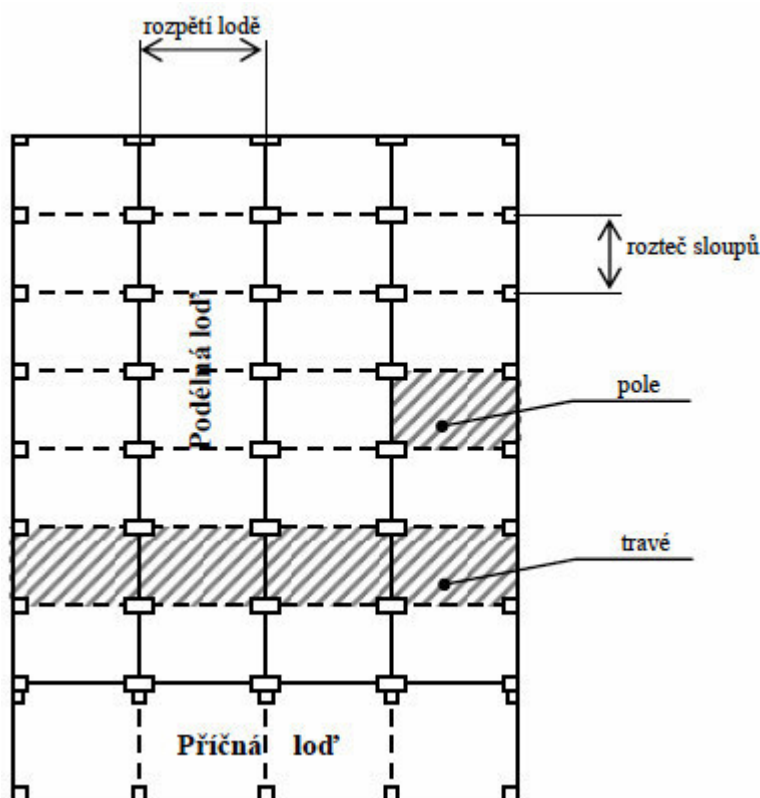
## 4. Návrhy řešení

V této části práce vytvoříme na základě doposud zjištěných výsledků a informací tři konkrétní návrhy skladového objektu. Nejprve si uvedeme konstrukční provedení skladu, manipulační a skladové prvky, které budou využity pro všechny varianty. V následujících bodech si konkrétně rozebereme jednotlivé návrhy, které budou doplněny příslušnými výkresy.

Dříve, než přistoupíme k samotným návrhům, provedeme rekapitulaci výsledků, potřebných k vytvoření návrhů. V předchozí kapitole jsme provedli rozbor skladby navrhovaného skladu. Celková kapacita byla stanovena na 4 410 000 kusů ložisek. Tento počet ložisek je tvořen 2 724 druhy různých provedení. Toto množství ložisek je rozděleno do čtyř materiálových skupin charakterizujících způsob uložení. Právě tento způsob uložení hraje důležitou roli při navrhování manipulační a skladové techniky. Z toho důvodu bude skladovací plocha skladu rozdělena na dvě hlavní části. První část bude tvořit paletový sklad, zde se bude se skladovým materiálem manipulovat pomocí palet, které budou ukládány do paletových regálů. Druhá část bude sloužit převážně k ukládání ložisek balených do tatranek.

### 4.1 Konstrukční provedení skladu

Pro všechny námi provedené návrhy platí, že je při výstavbě samotné konstrukce skladu použito halového stavebnicového systému. Tohoto systému bylo využito z důvodu jeho jednoduchosti, modularity a opakovatelnosti. Výhodou tohoto provedení je možnost kdykoliv provést rozšíření, či přistavění objektu. Další výhodou jsou také relativně nízké pořizovací náklady. Celý halový stavebnicový systém se skládá z ocelových stojin ukotvených v betonových patkách, betonové podlahy a opláštění. Rozmístění ocelových stojin tvoří sloupovou síť, která svým uspořádáním rozděluje prostor skladu na menší části. Prostor vzniklý mezi dvěma řadami podélných sloupů se nazývá loď. Rozpětí lodi je dáno vzdáleností os podélných řad stojin. Další části, které vzniknou rozmístěním ocelových stojin jsou příčná loď a pole lodi. Příčná loď je kolmá k podélné lodi. Pole lodi je prostor, který je vymezen čtveřicí stojin. Soubor všech lodí tvoří halu. Pro lepší představu o vzniklém prostoru uvádíme následující obrázek. [4, 13]

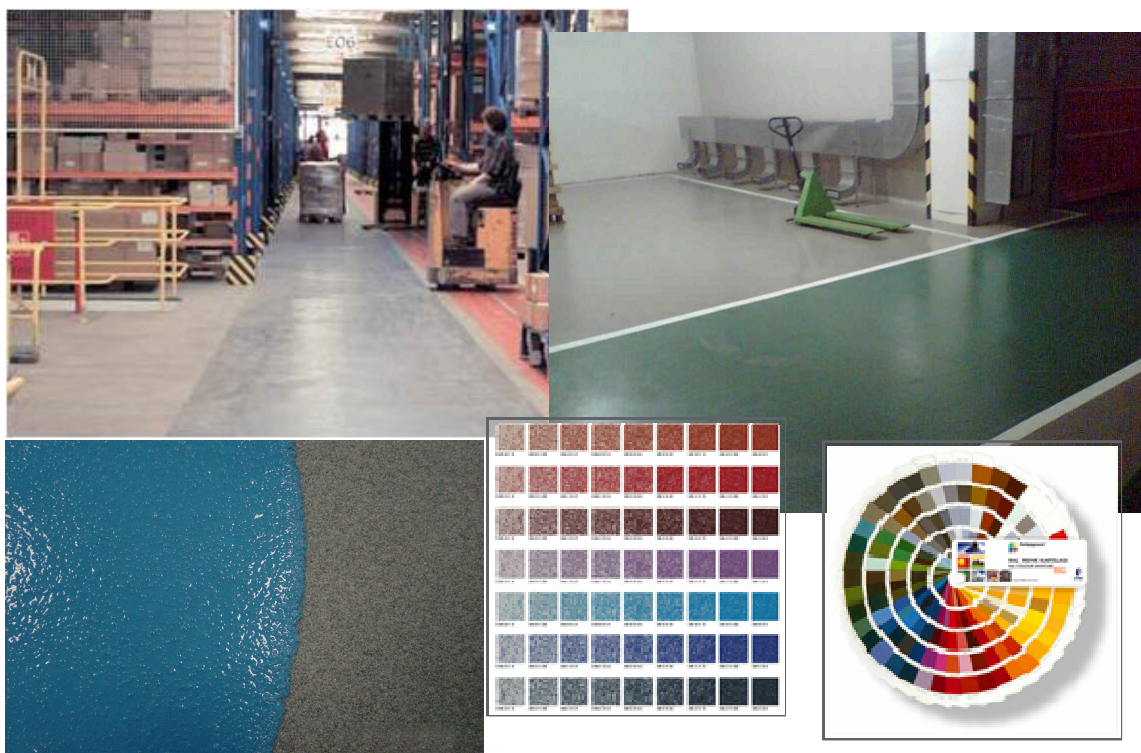


**Obr. č. 21** Obecné schéma rozložení skladu [4]

Konkrétní rozčlenění skladu si uvedeme až v části, ve které se budeme zabývat konkrétními návrhy řešení.

Další velmi důležitou konstrukční částí skladu, kterou se musíme zabývat je podlaha. V našem konkrétním případě se bude jednat o betonovou podlahovou desku, na kterou jsme pro námi navržené varianty zvolili polyuretanovou podlahu. Tento typ podlah je pružný, vodotěsný, odolný proti působení chemikálií, rozpouštědel a vysoce oděru vzdorný. Využívá se tam, kde je vysoká frekvence pohybu. Odolává nejen vysokým mechanickým zatížením, ale je odolná i proti jednostranné dynamické zátěži, jako například brzdění a otáčení na velmi malém prostoru. Díky své vysoké odolnosti proti oděru budou manipulační vozíky zanechávat jen nepatrné stopy, což bude mít za následek snížení vytváření a víření prachu. Tento druh podlah se používá převážně jako vícesložkové podlahové systémy na bázi syntetických pryskyřic. Skládají se z tekuté a sypké složky, přidáním probarveného křemičitého písku lze dosáhnout jakéhokoli barevného provedení. Tato možnost se většinou používá k vyznačení nebezpečných nebo skladovacích zón. Tloušťka polyuretanových podlah je závislá na požadovaném zatížení a životnosti. V námi navržených variantách budou na podlahy z hlediska nosnosti kladeny v určitých částech skladu zvýšené nároky. Tyto nároky budeme blíže specifikovat v jednotlivých návrzích. [11, 12]



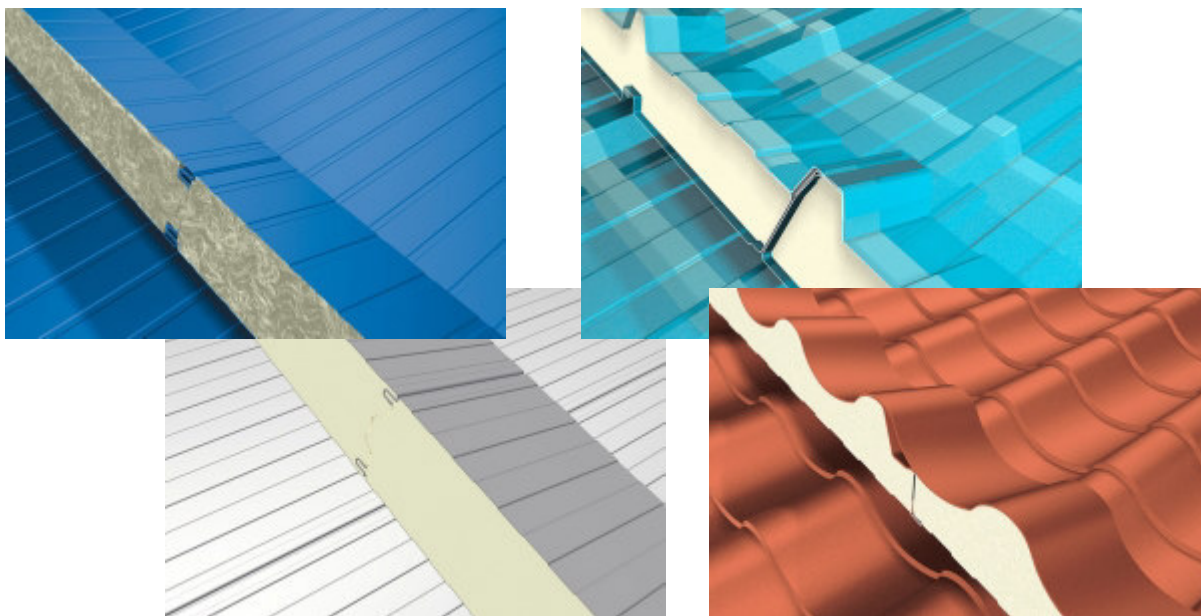


**Obr. č. 22** Polyuretanové podlahy [11, 12]

Další důležitou konstrukční částí skladu je opláštění. U všech navrhovaných variant bude pro opláštění použito sendvičových panelů, které jsme zvolili z důvodu výborných tepelně izolačních vlastností, dlouhé životnosti, rychlé montáže a snadné údržby. Sendvičové panely se skládají z jádra a krycích plechů. Jádro tvoří tuhý polyuretan, který má nízkou tepelnou vodivost, díky níž je zaručeno účinné uchování tepla ve skladovém objektu. Toto jádro je z obou stran chráněno ocelovými pozinkovanými plechy. Tento materiál má také výborné požární vlastnosti. Specifické požadavky na požární bezpečnost vycházejí z vyhlášky č. 23/2008 Sb., o technických podmínkách požární ochrany staveb ve znění vyhlášky č. 268/2011 Sb. ČSN 73 0845 Požární bezpečnosti staveb – Sklady. Jako střešní krytina je použito obdobného materiálu, tedy střešní sendvičové panely. [13, 14]



**Obr. č. 23** Opláštění pomocí sendvičových panelů [13, 14]

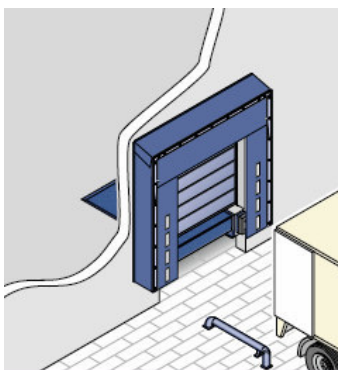


**Obr. č. 24** Stěnové a střešní sendvičové profily panelů [14]

## 4.2 Vybavení skladu

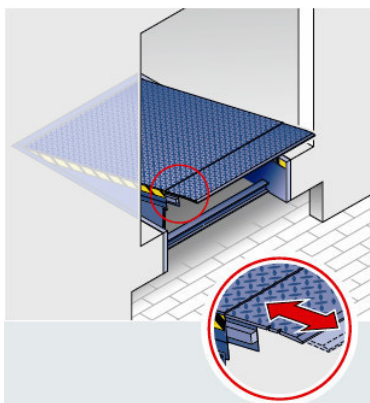
V této podkapitole se budeme podrobněji zabývat skladovým vybavením, které je společné pro všechny tři varianty návrhu. Vydáme-li se po směru materiálového toku, prvním zařízením na které narazíme je příjmová či nakládací stanice. Ve všech návrzích řešení se nachází tyto stanice hned pětkrát, z toho tři jsou určené pro příjem a zbylé dvě pro export. Počet příjmových a nakládacích stanic byl stanoven pomocí výpočtů uvedených v příloze B s názvem *Stanovení počtu příjmových a nakládacích stanic*. Mezi těmito stanicemi není žádný konstrukční rozdíl, jsou takto označeny pouze z důvodu jejich rozlišení. Nyní se podrobněji zaměříme na stanice určené pro příjem zboží do skladového objektu.

Jelikož zásobování skladu bude realizováno nákladními automobily s různou výškou ložné plochy, budou tyto stanice vybaveny hydraulickým nakládacím můstkem. Další výbavou této příjmové části je těsnící límec vrat a nájezdový nárazník. Kompletní příjmová stanice je zobrazena na obrázku uvedeném níže.



**Obr. č. 25** Provedení vykládkové stanice [15]

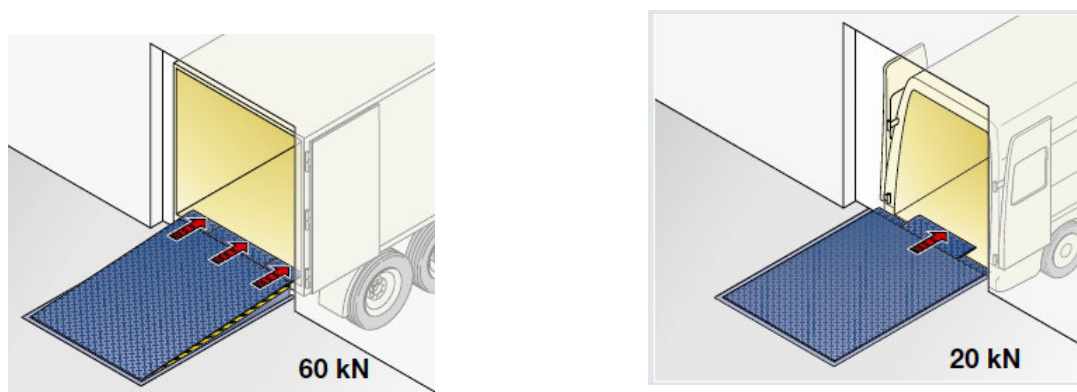
Nakládací můstek bude opatřen výsuvem s označením HTL 2, který zajistí plynulé a na centimetr přesné vyjetí výsuvu můstku. Díky tomuto provedení je možné vykládat i plně naložené nákladní automobily, které mají uskladněné palety i na konci ložné plochy vozidla a jejichž situování brání dosednutí jiných typů nakládacích můstků. Tento typ můstků se standardně vyrábí s výsuvem o délce 500 mm. Tento typ můstků splňuje potřebné normy pro vyrovnávací můstky i její bezpečnostní požadavky, které jsou uvedeny v normě ČSN EN 1398. [15]



**Obr. č. 26** Nakládací můstek s výsuvem [15]

Výše popsané provedení stanic bude realizováno u dvou příjmových a jedné nakládací stanice. U zbylých dvou stanic bude použito rozdílného provedení. Tyto stanice budou konstruovány pro příjem a expedici jak nákladních automobilů, tak i dodávkových vozidel. Toho je dosaženo nakládacím můstkem opatřeným třídílným výsuvem umožňující odbavení nákladních i dodávkových vozidel. Při odbavování nákladních automobilů je možné plynule vysunout celou šířku výsuvu. U této varianty může jmenovité zatížení dosahovat maximální hodnoty 60 kN. Při odbavování dodávkových vozidel lze přepnutím na řídicí jednotce vysunout pouze střední díl výsuvu a boční části ponechat zasunuté. Inteligentní hydraulický systém sleduje pohyb můstku a v případě, kdy dojde k zatížení a poklesu ložné plochy

dodávkového vozidla, vyvodí kompenzaci tíhové síly, která udržuje můstek v každém okamžiku v kontaktu s ložnou plochou. Při této variantě může jmenovité zatížení dosahovat maximální hodnoty 20 kN. I tento typ můstku splňuje potřebné normy jako výše uvedený. [15]



Obr. č. 27 Nakládací můstek s trojdílným výsuvem [15]

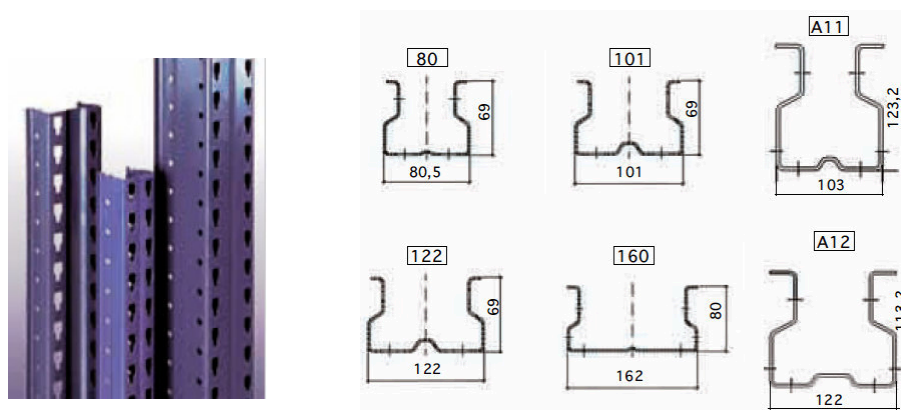
#### 4.2.1 Paletový sklad

Dalším vybavením skladu, který si blíže popíšeme se nachází v jedné z jeho klíčových částí. Konkrétně se jedná o paletový regálový systém. Jak jsme si již dříve určili, manipulovat s materiálem se bude pomocí palet. Důvodem, proč jsme si zvolili tento druh skladovací techniky, je možnost odebírání jakékoliv palety, aniž by bylo nutno manipulovat s těmi ostatními. Celková kontrola stavu zásob je usnadněna faktem, že skladovací prostor obsahuje vždy pouze jednu paletu. Paletové regálové systémy jsou tvořeny rámy, nosníky, bezpečnostními pojistkami nosníků, spojkami rámu a podlahovými kotevními šrouby. V následující části budeme z jednotlivých příslušenství sestavovat konkrétní paletový regálový systém, který bude společný pro všechny tři návrhy skladu. Stanovení počtu potřebných paletových míst je uveden v příloze C s názvem *Stanovení počtu paletových pozic*.

#### Rámy

Nosné rámy jsou tvořeny ze dvou stojin rámu s vodorovnými a diagonálními výztuhami, patkami a dalším příslušenstvím. V rámech jsou po 50 mm vytvořeny otvory speciálního systému pro osazení nosníků. Hloubka rámu je určena typem používaných palet. V našem případě se bude jednat o standardní europalety o rozměrech 1200 x 800 mm. Pro tento typ palet se používá hloubka rámu o velikosti 1100 mm. Stojiny rámu se vyrábějí v různých variantách profilů a tloušťek podle požadavků na zatížení konstrukce. [16]





**Obr. č. 28** Profily nosníků [16]

Při návrhu paletového skladu jsme skladovaný materiál roztřídili do tří provizorních skupin. Rozhodujícím parametrem zde byl rozměr krabice. Pro jednotlivé skupiny jsme stanovili potřebnou výšku mezi patry. Při tomto výpočtu bylo standardně počítáno se čtyřmi patry krabiček uložených na sobě. Díky tomuto provizornímu rozčlenění skladového materiálu vznikly tři varianty paletových regálů. První a druhá varianta využívá v konstrukci paletového regálu nosníku s profilem 101. Třetí varianta, určená pro rozměrnější a těžší ložiska, využívá ve své konstrukci nosníku s profilem označeným jako 122. Jednotlivé varianty konstrukcí si podrobněji uvedeme v následující části. Nyní, když jsme již zvolili profil nosníků budeme věnovat pozornost patkám ráků. Celá konstrukce spočívá na podlaze s použitím patek, které jsou připevněny ke spodní straně stojin. Pro každý druh stojin přísluší určitý typ patek, které jsou dále připevněny k podlaze kotevními šrouby. [16]

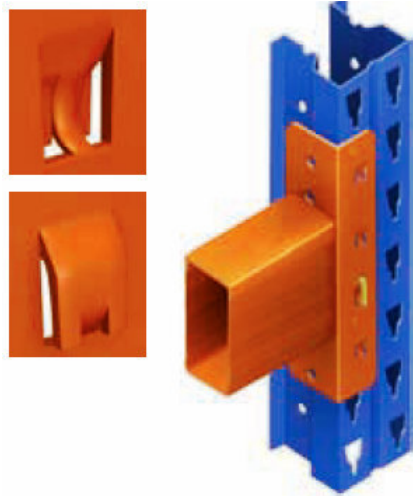
ROZMĚRY PATEK A VYROVNÁVACÍCH PODLOŽEK			
STOJINARÁMU	ŠÍŘKA	HLOUBKA	cm <sup>2</sup>
80	135	110	148,5
101	155	110	170,5
122	175	110	192,5
160	215	110	236,5
A11 určují se podle zatížení			
A12 určují se podle zatížení			



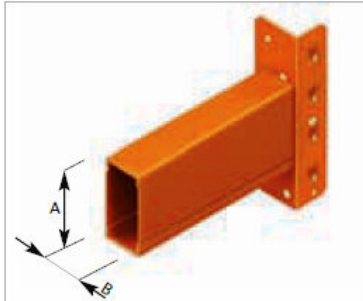
**Obr. č. 29** Patky stojin ráků [16]

## Nosníky

Nosníky jsou vodorovné součásti regálů, které slouží k ukládání palety. Jsou spojeny se stojinami rámu pomocí spojovacích přírub, speciálních systémů háčků a bezpečnostních pojistek. Pro ukládání materiálu jsme zvolili nosník zhotovený ze dvou C – profilů. [16]



MODEL L2C	A (VÝŠKA V mm)	B (ŠÍŘKA V mm)
815	80	50
1.015	100	50
1.115	110	50
1.315	130	50
1.515	150	50
1.618	160	50



Obr. č. 30 Nosník [16]

Po stanovení veškerých potřebných parametrů můžeme přistoupit k návrhu paletových regálů. Jak již bylo výše zmíněno, vytvořili jsme si tři různé druhy těchto regálů. První varianta je konstruována pro skladový materiál o maximální výšce krabice 230 mm a výšce paletového patra 1300 mm. U tohoto druhu regálu je počítáno s devíti patry a nosníku s označením 815. Druhá varianta využívá stejného profilu rámu a nosníku jako první varianta, ale je konstruována pro skladový materiál o maximální výšce krabice 320 mm a výšce paletového patra 1700 mm. Tento regál bude tvořen sedmi patry. Poslední varianta se od předchozích liší jak v použitém profilu rámu, tak i v typu nosníku. Další druh paletového regálu bude sloužit k uskladňování velkorozměrových a těžkých ložisek. Při jeho navrhování bylo k této vlastnosti přihlíženo. Skladovaný materiál se bude v tomto případě ukládat pouze do tří pater na sebe v jedné paletě. Maximální výška krabice je 520 mm a výška paletového patra je 1950 mm. U této varianty je počítáno s pěti patry paletových pozic. Jednotlivé druhy paletových regálových systémů jsou přiloženy v příloze D s názvem *Použité paletové regály*. K příslušným druhům jsou uvedeny i patřičné rozměry. Výše uvedené paletové regálové systémy jsou obsaženy ve všech návrzích skladu.

#### 4.2.2 Vertikální výtahový a spádový sklad

Tato část skladu je vedle paletového skladu další klíčovou ukládací plochou. Tvoří ji skladovací zařízení umožňující rychlé a snadné vyskladnění jakéhokoliv množství vysokoobrátkových ložisek uložených převážně v obalech typu tatranka nebo tuba. Tato oblast je tvořena vertikálními skladovacími výtahovými systémy typu Shuttle XP, spádovými a policovými regály. Ukládání do vertikálních výtahových systémů jsme zvolili z důvodu úspory místa, zboží je uskladněno v policích, díky tomu je dosaženo snížení potřebného prostoru. Další z výhod tohoto systému je snížení nákladů na personál. Požadované zboží je dopravováno k obsluze automaticky, to má za následek eliminaci neproduktivní doby při chození a hledání potřebného zboží. Integrované systémy VARIO vytváří umístění zboží a sleduje jeho odebírané množství, čímž je dosahováno maximální efektivity práce. Také manipulace se zbožím je díky těmto skladovacím jednotkám značně zjednodušena. Obsluha se již nemusí namáhat, aby dosáhla na zboží. Zvolené díly se automaticky dopravují k ergonomicky umístěnému výdejnímu pultu. V navržených variantách jsme zvolili KARDEX Shuttle XP model 500 HSD. Jednotlivé parametry tohoto modelu a stanovení počtu potřebných výtahových věží jsme uvedli v příloze E s názvem *Stanovení počtu vertikálních skladovacích výtahových systémů typu Shuttle XP*. [17]



**Obr. č. 31** Vertikální skladovací výtahový systémy [17]

Dalším druhem skladovacího zařízení, které v této části skladu nalezneme je spádový regál. Pro náš návrh jsme využili soustavy několika spádových regálů META MULTILINE. Toto skladovací zařízení se skládá z rámové konstrukce a válečkových drah dohromady tvořících spádové kanály. Dráhy jsou konstruovány směrem k odebíracímu místu s mírným spádem, díky kterému se zboží zde uložené pohybuje vlastní vahou od zakládací k odebírací straně. Pro obsluhu těchto zařízení je potřeba dvou obslužných uliček. Výhodou tohoto skladování je až 30% úspory skladové plochy v porovnání s klasickým regálovým zařízením. Tato zařízení při uskladňování využívají principu FIFO, což znamená, že první uskladněný objekt bude také první, který bude vyskladněn. Těchto druhů skladovacího zařízení je v našem návrhu skladu využito k uskladnění těch typů ložisek, která jsou často odebírána zákazníky ve větším množství, tudíž jsou v těchto regálech ložiska uložena v množstevních obalech. Počet spádových kanálů je určen počtem nejvíce prodáváných ložiskových druhů v množstevních obalech. Toto skladovací zařízení bude vybaveno systémem „Pick to Light“, jehož zavedením dosáhneme značeného zkrácení doby vyskladnění. Tento systém pracuje na bázi světelné kontrolky, která označí konkrétní válečkovou dráhu, jež obsahuje příslušný typ zboží skrývaný se pod čárovým kódem objednávky. V blízkosti světelné kontrolky se nachází displej, který ukazuje jaké množství se má z konkrétní válečkové dráhy vydat. Po odběru tuto kontrolku obsluha dotykem zhasne nebo lze využít typu, který pomocí čidel kontroluje zda bylo příslušné zboží odebráno. Po načtení dalšího čárového kódu se zase rozsvítí signální kontrolky. Tímto způsobem je možné vyskladňovat i větší množství druhů zboží v jedné objednávce. [18, 19]



**Obr. č. 32** Spádové regály s využitím systému Pick to Light [18]



Posledním skladovacím zařízením, které zde můžeme nalézt jsou policové regály. Tyto regály mají shodnou konstrukci jako paletové regály uvedené pro paletovou část skladu. Jedinou odlišností jsou zde pozinkované police L – 2C. Tyto police se používají na nosníky typu 2C. Dosedají přímo na horní stranu nosníků a nevyžadují žádné dodatečné zajištění. Tento typ policových regálů je zde umístěn pro případ mimořádného uskladnění zboží, popřípadě zákaznické výroby, kterou by bylo zbytečné rozdělit a naskladnit zvlášť. [16]



**Obr. č. 33** Policové regály [16]

#### **4.3 Manipulační technika**

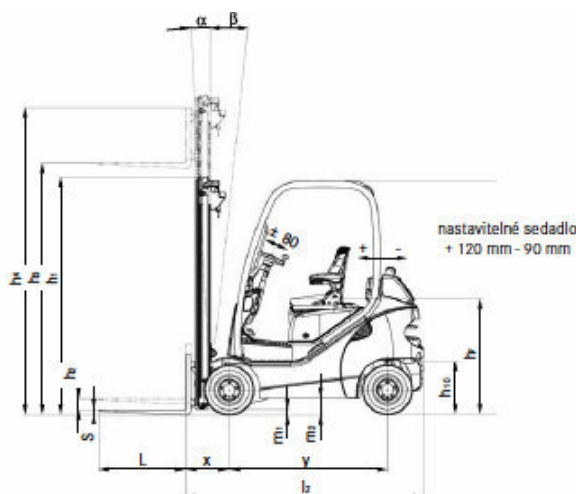
Další nezbytnou součástí každého skladu je manipulační technika. V této části si uvedeme všechny druhy manipulační techniky, které budou pro obsluhu v jednotlivých návrzích potřeba. Jak jsem si již dříve specifikovali, zásobování a manipulace se zbožím bude prováděna pomocí europalet o rozměrech 1200 x 800 mm. Proto veškerá navržená technika bude uzpůsobena pro manipulaci s paletami. Skladba navržené manipulační techniky je následovná:

- **diesellový vysokozdvížený vozík STILL RX 70-16,**
- **elektrický vysokozdvížený vozík STILL RX 20-18,**
- **vysokozdvížený vozík s výsuvným zvedacím zařízením pro sedícího řidiče STILL FM-X 25,**
- **regálový zakladač STILL MX-X,**
- **ručně vedený vysokozdvížený vozík STILL EGP 14,**
- **ruční paletový vozík STILL HPS 25.**

Výše uvedené manipulační prostředky jsou výčtem veškeré použité techniky v našich návrzích. Některé manipulační prostředky jsou společné pro všechny návrhy, jiné jsou zase použité pouze u jedné z nich. Veškerá technika je odebírána od jednoho výrobce z důvodu ekonomičtějšího nákupu a údržby. V dalším kroku si popíšeme jednotlivé funkce a činnosti, které budou navržené manipulační prostředky ve skladu zastávat nebo realizovat.

### Diesellový vysokozdvížený vozík STILL RX 70-16

Tento typ vozíku je určený pouze pro manipulaci na venkovních plochách skladu. Ve všech návrzích tento vozík převážně zajišťuje přepravu zboží po závodové komunikaci mezi výrobní halou a skladem. Další činností, pro kterou je tento druh manipulačního zařízení využíván, je vyskladnění a naskladnění dodávkových automobilů, které není možné odbavit pomocí příjmových a zakládkových stanic.



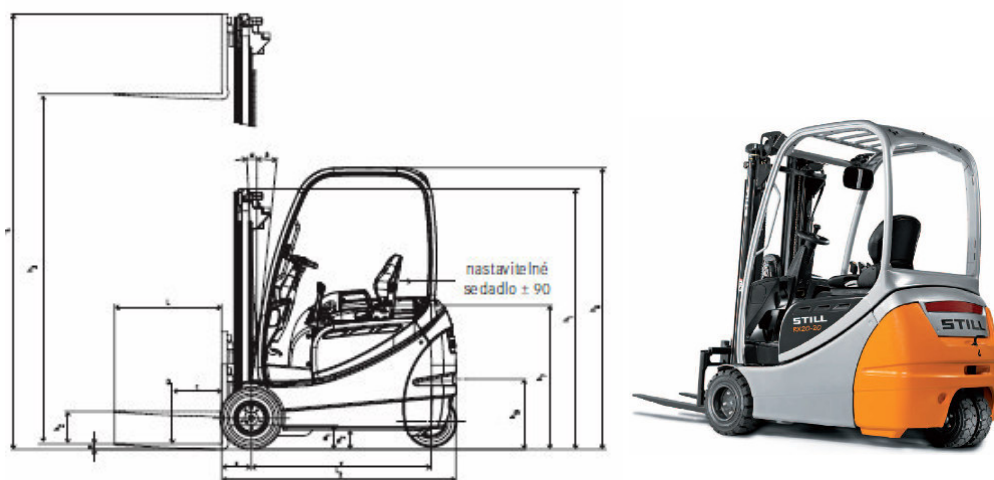
**Obr. č. 34** Diesellový vysokozdvížený vozík STILL RX 70-16 [16]

**Tabulka č. 20** Přehled nejdůležitějších parametrů STILL RX 70-16

parametry	hodnoty	jednotky
nosnost	1600	kg
zdvih	3230	mm
rozměry:		
délka	2975	mm
šířka	1099	mm
výška	2160	mm
hmotnost	2706	kg
rychlost	22	km/h
spotřeba paliva	2	l/h

## Elektrický vysokozdvížený vozík STILL RX 20-18

Tento druh vysokozdvížného vozíku je určený k manipulaci ve vnitřní části skladu. Elektrické vysokozdvížené vozíky mají největší podíl na pohyb materiálu skladem. Jejich úkolem je zajišťovat vykládku a nakládku přistavených nákladních a dodávkových vozidel pomocí příjmových nebo nakládacích stanic. Další činností, které tyto vozíky zajišťují jsou: přísun zboží k příjmu do paletového, věžového respektive spádového skladu nebo odsun vyskladněného zboží z paletového skladu do prostoru kompletace. Jejich přesný počet bude uveden v závěrečné části práce.



Obr. č. 35 Elektrický vysokozdvížený vozík STILL RX 20-18 [16]

Tabulka č. 21 Přehled nejdůležitějších parametrů STILL RX 20-18

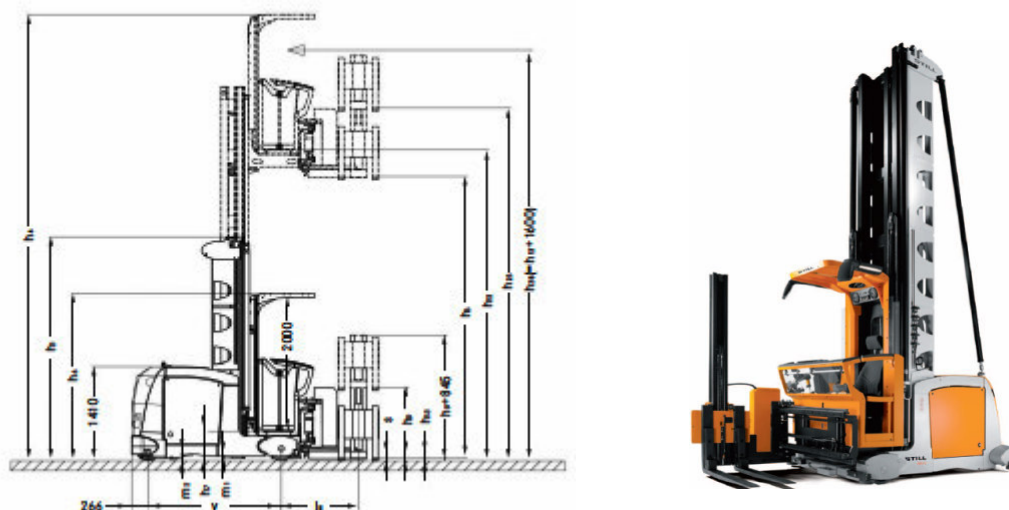
parametry	hodnoty	jednotky
nosnost	1800	kg
zdvih	3230	mm
rozměry:		
délka	2783	mm
šířka	1138	mm
výška	2160	mm
hmotnost	3044	kg
rychlost	16	km/h
spotřeba paliva	4,7	kWh/h

Oba výše zmiňované manipulační prostředky jsou nezbytnou součástí provedených návrhů. Představují klíčové prostředky v oblasti příjmu a výdeje. K jednotlivým druhům jsme uvedli nejdůležitější parametry, které následně využijeme pro nasimulování konkrétního stavu. Tato simulace bude provedena v závěrečné části této práce.



## Regálový zakladač STILL MX-X

S tímto druhem manipulační techniky se můžeme setkat u prvních dvou návrhů. V této variantě jsou vysokozdvizné vozíky s výsuvným zvedacím zařízením typu FM-X 25 nahrazeny regálovými zakladači typu MX-X. Výhodou těchto zakladačů je systém MAN UP, který umožňuje zvedání obsluhy spolu s manipulovaným zbožím. Díky tomu je zajištěn dokonalý přehled o manipulovaném zboží. Další významnou výhodou těchto manipulačních zařízení je fakt, že při uskladňování a vyskladňování nemusí být regálový zakladač situován kolmo k paletovému regálu. Díky tomu, lze značně snížit šířku uliček. Po obou stranách dopravních uliček jsme pro tento typ zakládací techniky použili vodící lišty, které napomáhají k lepšímu pohybu mezi regály a zároveň plní bezpečnostní funkci, která spočívá v zabránění kolize mezi regálovým zakladačem a rámem paletového systému. V důsledku kolize by totiž mohlo dojít ke zhroucení celého paletového systému.



Obr. č. 37 Regálový zakladač STILL MX-X [16]

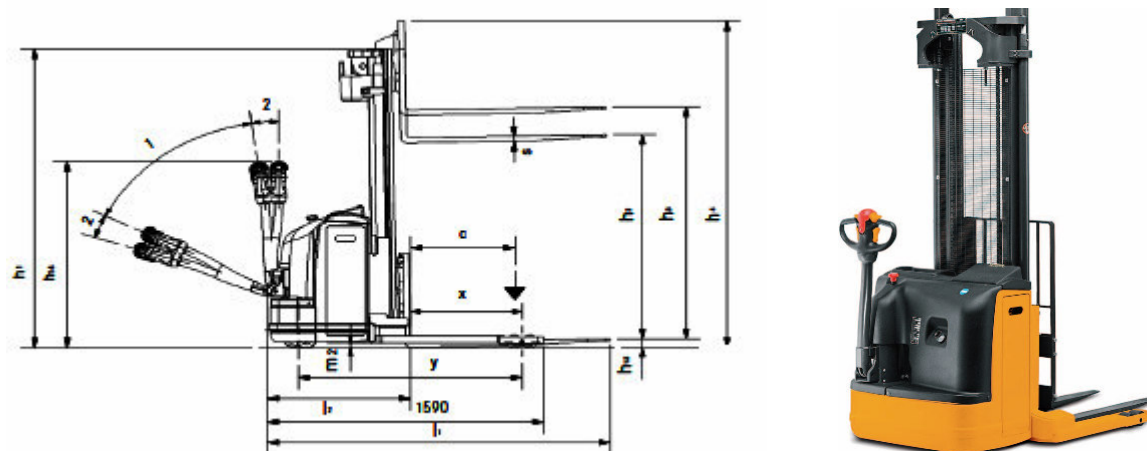
Tabulka č. 23 Přehled nejdůležitějších parametrů STILL MX-X

parametry	hodnoty	jednotky
nosnost	1500	kg
zdvih	12850	mm
rozměry:		
délka	*	mm
šířka	1160	mm
výška	5900	mm
hmotnost	*	kg
rychlost	20	km/h
spotřeba paliva	7	kWh/h

\* jednotlivé hodnoty lze stanovit podle přání zákazníka

## Ručně vedený vysokozdvizhný vozík STILL EGP 14

Ručně vedený vysokozdvížený vozík je určený pro manipulaci se zbožím ve vnitřní části skladu. Největší využití tato manipulační jednotka nalezne v oblasti kompletace a expedice, kde bude sloužit k zásobování kompletace zbožím uloženým v policových regálech. Dále bude zajišťovat dopravu kompletní objednávky na ovinovací stroj, popřípadě zajišťovat nakládku pomocí nakládacích stanic při menším objemu nebo počtu objednávek. Tento typ manipulační techniky je vybaven elektromotorem, tudíž obsluha nemusí při pohybu vozík tlačit vlastní silou. Vzhledem k výšce policových regálů, jsme zvolili ručně vedený vysokozdvížený vozík typu EGP 14, který může operovat až do výšky 5 390 mm.



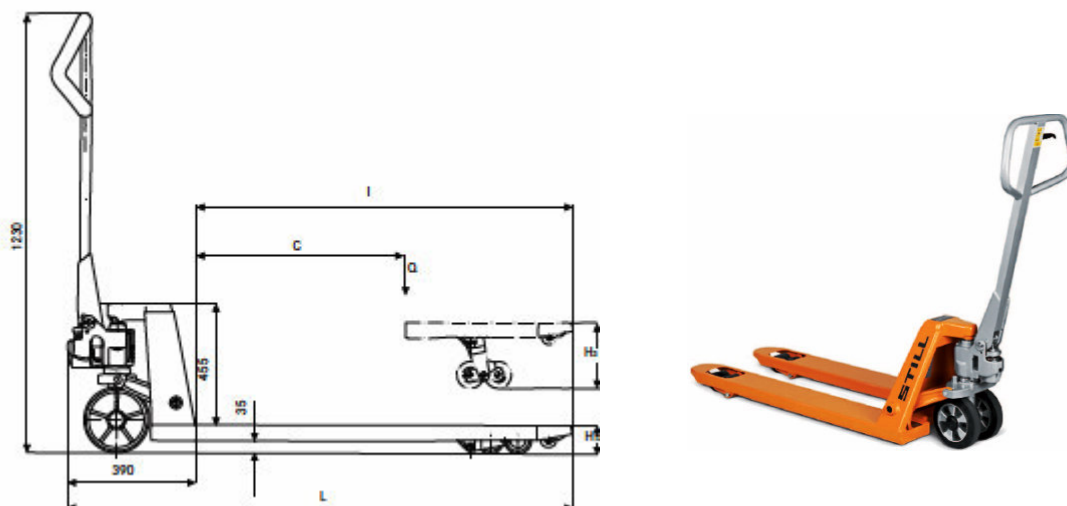
**Obr. č. 38** Ručně vedený vysokozdvíhový vozík STILL EGP 14 [16]

**Tabulka č. 24** Přehled nejdůležitějších parametrů STILL EGP 14

parametry	hodnoty	jednotky
nosnost	1400	kg
zdvih	5390	mm
rozměry:		
délka	847	mm
šířka	1507	mm
výška	1232	mm
hmotnost	1108	kg
rychlost	6	km/h
spotřeba paliva	1	kWh/h

## Ruční paletový vozík STILL HPS 25

Nejjednodušší manipulační technikou, se kterou se můžeme v návrzích setkat je ručně vedený nízkozdvíhový vozík. Jeho oblast působení se bude převážně vztahovat na expediční část skladu. Je možné jej použít jak na venkovní, tak i na vnitřní ploše skladu. Pro venkovní účely může být tohoto vozíku použito k dopravě méně hmotnostně využitých palet k dopravním prostředkům přistaveným mimo hlavní nakládací či vykládací pozice. Ve vnitřní části tento druh manipulační techniky nalezne uplatnění při zásobování kompletace zbožím z vertikálních výtahových věží a spádových regálů. Další činnosti, pro které bude tento nízkozdvíhový vozík využíván jsou doprava kompletní objednávky na ovinovací stroj, přemístění již kompletních objednávek do dočasných uložišť, popřípadě jej lze využít i k naskladnění expedovaného zboží do nákladních automobilů. Tento druh manipulační techniky není vybaven žádným pohonným agregátem, jako zdroj energie zde působí lidská síla.



**Obr. č. 39** Ruční paletový vozík STILL HPS 25 [16]

**Tabulka č. 25** Přehled nejdůležitějších parametrů STILL HPS 25

parametry	hodnoty	jednotky
nosnost	2500	kg
zdvih	200	mm
rozměry:		
délka	1540	mm
šířka	520	mm
výška	1230	mm
hmotnost	70	kg
rychlost	-	km/h
spotřeba paliva	-	kW/h

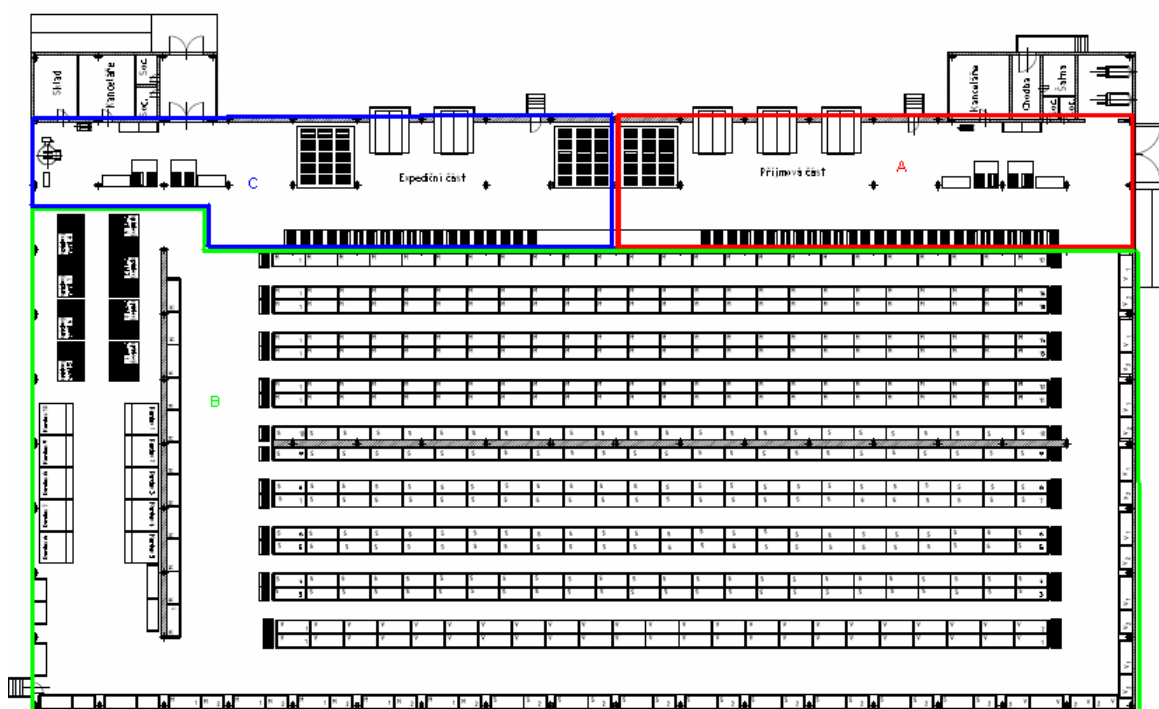
Po představení veškeré manipulační techniky využívané v navrhovaném skladu se v závěru této kapitoly blíže seznámíme s jednotlivými variantami návrhu řešení tohoto skladu. Popíšeme si co jednotlivé objekty na výkresech znamenají, čím se od sebe návrhy liší a co mají naopak společného.

## 4.4 Návrhy skladu

Konečný návrh skladu byl vypracován celkem ve třech variantách, se kterými se nyní blíže seznámíme. Tvar budovy a struktura skladu je ve všech variantách totožná. Dokonce i manipulační technika je ve většině případů shodná, v případě že se manipulační technika liší, je tento rozdíl uveden v popisu návrhu.

### 4.4.1 Návrh č. 1

Výkres návrhu číslo 1 je přiložen v příloze CH s názvem *Návrh č. 1* a příloze I s názvem *Okótovaný návrh č. 1*. Celková plocha skladu je tvořena třemi částmi, příjmovou, expediční a skladovací. Jednotlivé části jsou v níže uvedeném obrázku barevně odlišeny. V další fázi této podkapitoly se budeme zabývat jednotlivými částmi podrobněji.



Obr. č. 40 Rozdělení celkové plochy skladu návrh č. 1

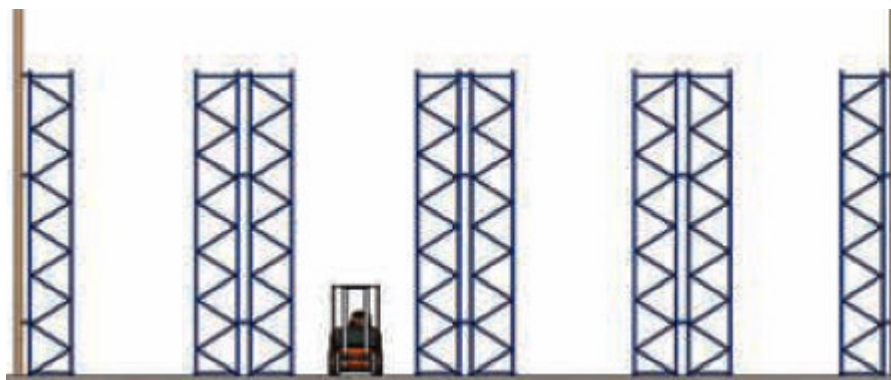


## Příjmová část skladu

Na obrázku návrhu č. 40 je tato oblast označena červeným obdélníkem a písmenem A. Příjmová část skladu je místo, kde dochází k vyskladňování nákladních automobilů a případně k přechodnému ukládání zboží do dočasného uložení. Tuto oblast tvoří provozní, správní a sociální plochy. Provozní plocha je umístěna v podélné lodi, v níž se nachází příjmové stanice, dopravní cesty, dočasná uložení, nabíjecí stanice a v jejím čele je situován příjem z výrobní haly. Tento příjem je obsluhován pomocí dieselového vysokozdvížného vozíku, který je uveden výše. Správní plocha je v návrhu zastoupena v podobě příjmové kanceláře a plochy sociální jsou tvořeny šatnou, sociálním zařízením, případně kuchyňkou. Vnitřní příjmová část skladu je obsluhována výhradně elektrickými vysokozdvížnými vozíky.

## Skladovací část skladu

Skladovací část, která je na obrázku č. 40 vyznačena zeleným obdélníkem a písmenem B, plynule navazuje na příjmovou část. Plocha skladovací části je dále rozdělena na části paletovou, spádovou a plochu využívající vertikálních výtahových věží. Paletový sklad je tvořen dvojicí podélných lodí skládajících se z provozních ploch a dopravních uliček. Provozní plochy jsou vybaveny paletovými regálovými systémy uzpůsobenými pro skladování zboží na europaletách. Celý paletový sklad je uspořádán tak, že stěnové jednořadé regály jsou umístěny po celém obvodu, zatímco dvojřadé regály jsou umístěny podle určitého systému v prostoru. Velikosti pracovních uliček mezi jednotlivými regály a jejich výšky jsou stanoveny v závislosti na použitých manipulačních prostředcích a také s ohledem na příslušnou normu ČSN 269010, která se danou problematikou zabývá. [16, 21]



**Obr. č. 41** Uspořádání regálového paletového systému [16]

Pro manipulaci v této části skladu je využito regálových zakladačů. Výhodou těchto manipulačních prostředků je jejich velká flexibilita při pohybu v úzkých uličkách. Díky tomu je v tomto návrhu, oproti zbývajícím návrhům, dosaženo značné úspory místa. Na začátku a na konci každé uličky jsou umístěny příjmové a výdejové plochy. Jelikož při návrhu manipulace v této části skladu není počítáno s regálovými zakladači v každé uličce, musíme na konci a na začátku těchto uliček ponechat dostatečný prostor pro vjezd a výjezd těchto manipulačních prostředků. Při navrhování tohoto prostoru je také brán ohled na to, že zde bude docházet ke křížení cest regálových zakladačů a vysokozdvížných vozíků, proto je zde ponechán větší prostor pro manévrování. [22]

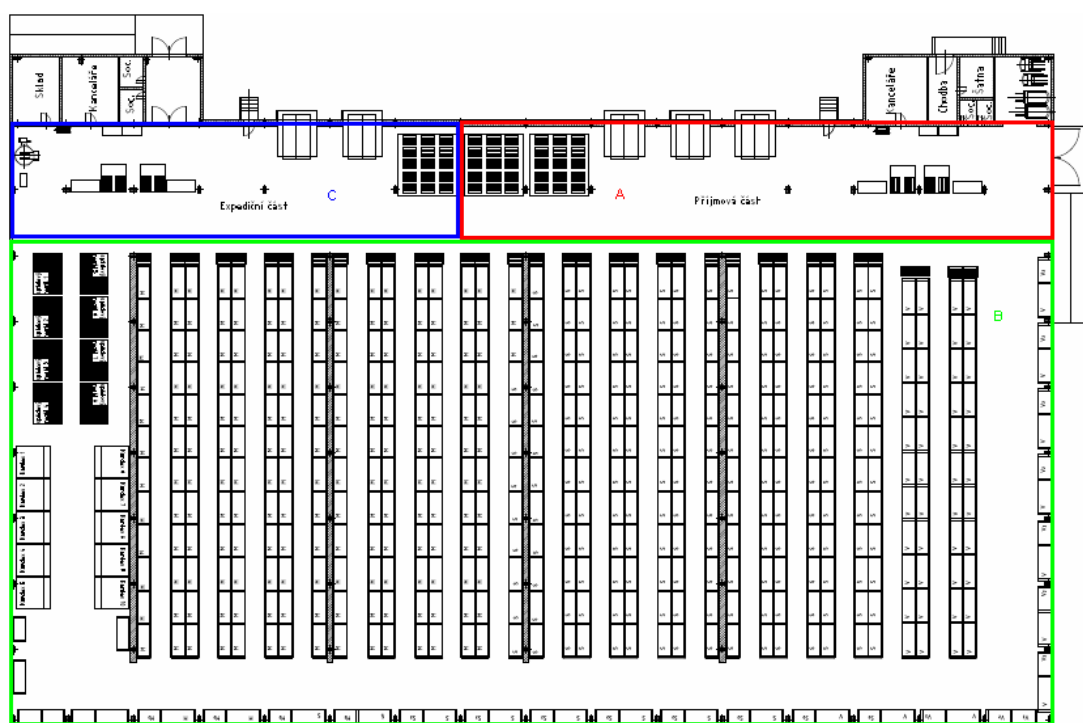
Vertikální výtahová a spádová skladovací část je tvořena příčnou lodí, která je na podélnou loď paletového skladu kolmá. Tato oblast je rozdělena na dvě poloviny. V první polovině situované blíže kompletační části se nachází oblast tvořená spádovými regály. Tato skladovací technika byla blíže specifikována a popsána již výše. Jelikož v této části skladu je manipulace převážně ručního rázu, je oblast umístěna co nejbližší kompletační. Druhou polovinu tohoto skladovacího prostoru tvoří výtahové vertikální systémy Kardex společně s několika policovými regály. Kardexové věže jsou z důvodu optimálního vyskladnění umístěny výdejními čely směrem k sobě a jsou situovány po obou stranách této části skladu.

### **Expediční část skladu**

Tato oblast je v obrázku č. 40 s názvem *Rozdělení celkové plochy skladu návrh č. 1* označena modrým obdélníkem a písmenem C. Expediční část je tvořena podélnou lodí, navazující na podélnou loď příjmovou. Příjmová a expediční část je řešena jako jeden velký otevřený prostor. Toto řešení bylo zvoleno z důvodu jednodušší kontroly personálu v těchto oblastech, jednodušší dostupnosti a propojenosti obou částí skladu. Expediční část, je stejně jako příjmová část tvořena provozními, správními a sociálními plochami. Provozní plocha obsahuje oblast kompletace s ovinovacím strojem, dočasné uložení, dvě nakládací stanice. V této části skladu je také počítáno se správní plochou, které není blíže specifikovaná, například se může jednat o kuchyňku, odpočinkovou místnost pro personál v době přestávky nebo expediční kancelář. V oblasti expedice je také navrženo vlastní sociální zařízení nebo vnitřní sklad, který svým obsahem zajišťuje doplňkovou činnost objektu. Vnitřní sklad podpůrných prostředků spadá do kategorie pomocných ploch. Může sloužit například k ukládání různých typů obalového materiálu. Pro obsluhu expediční části je používáno elektrických vysokozdvížných vozíků, paletových vozíků, ručně vedených vysokozdvížných vozíků či diesellového vysokozdvížného vozíku při manipulaci na venkovní ploše expedice.

#### 4.4.2 Návrh č. 2

Další varianta návrhu je přiložena v příloze označené písmenem J s názvem *Návrh č.2* a taktéž v příloze K s názvem *Okótovaný návrh č.2*. Stejně jako předchozí, i tento návrh skladu je tvořen třemi částmi vyznačenými na obrázku č. 42. V porovnání s předchozí variantou je celková délka skladu o 9 metrů kratší a velkých změn doznala také skladovací část.



**Obr. č. 42** Rozdělení celkové plochy skladu návrh č. 2

#### Příjmová část

Příjmová část je na obrázku návrhu skladu č. 42 zvýrazněna červeným obdélníkem a označena písmenem A. Tato oblast prvotního kontaktu skladu s materiálem je tvořena podélnou lodí, kolmou na příčnou loď skladovací. Celá tato část je řešena stejným uspořádáním i použitou manipulační technikou jako v předchozím návrhu. Jediným kapacitním rozdílem je zde nižší počet pozic dočasného uložení.

## **Skladovací část skladu**

Tato část skladu je v obrázku vyznačena zeleným obdélníkem a označena písmenem B. V této variantě je skladovací část největší změnou v celém návrhu. Nalezneme zde klasické rozčlenění na paletovou, vertikální výtahovou a spádovou část, ale tím veškerá podobnost s předchozím návrhem končí. Již samotná orientace skladovacího prostoru v paletové části je odlišná. Zatímco, v předchozím návrhu byl prostor tvořen podélnými loděmi, v tomto návrhu je prostor tvořen čtyřmi příčnými loděmi skládajícími se z provozních ploch a dopravních uliček. Provozní plochy jsou vybaveny paletovými regálovými systémy. Tyto systémy jsou navrženy pro skladování zboží pomocí europalet. Vnitřní uspořádání této části je tvořeno jednořadými stěnovými paletovými regály, které jsou umístěny po celém obvodu a také u vnitřních zděných přepážek, dále dvojřadými regály, které jsou umístěny v rovnoběžných řadách v prostoru. Pro práci v této oblasti skladu jsme navrhli regálové zakladače, které jsou vhodné pro práci v úzkých uličkách. Veškeré uličky jsou opatřeny vodíci lištami, jejichž účel byl již v předchozím návrhu objasněn. Velikosti pracovních uliček a maximální výšky regálových systémů byly stanoveny v závislosti na použité manipulační technice a s ohledem na příslušnou normu ČSN 269010, která se danou problematikou zabývá. V tomto návrhu je plocha pro příjem a výdej z paletových uliček společná a je umístěná pouze na začátku uličky. [23]

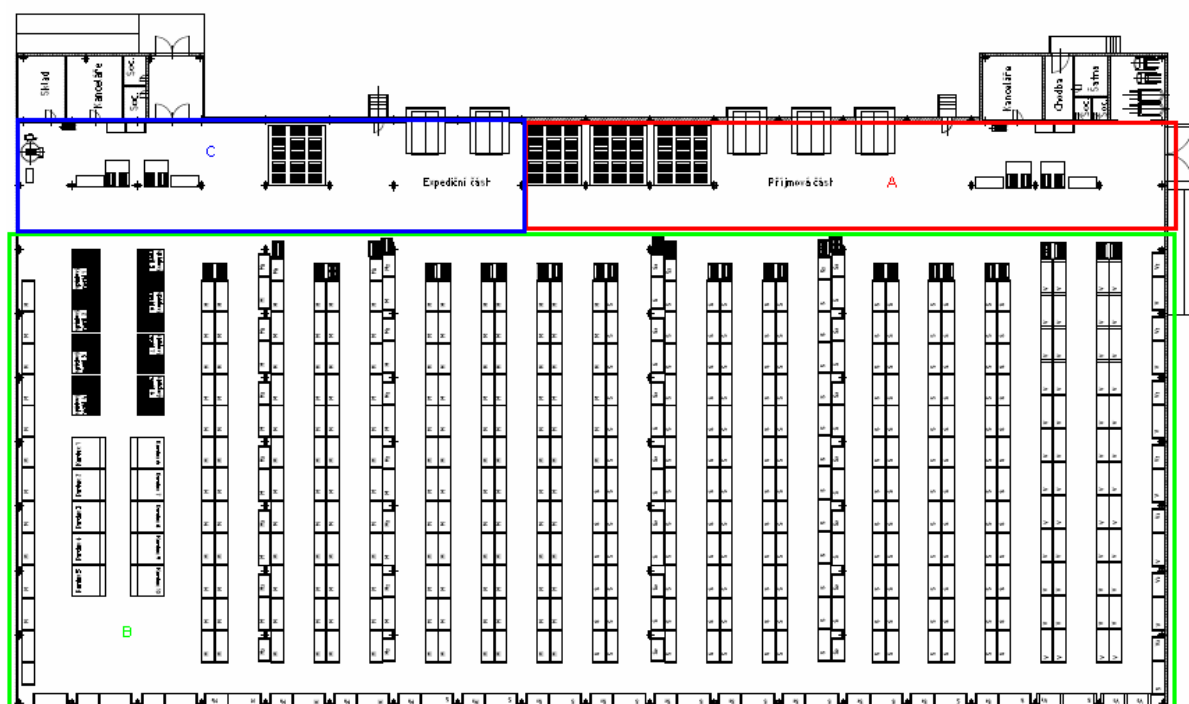
Vertikální výtahová a spádová skladovací část je v tomto návrhu řešena stejným způsobem jako u předchozího návrhu. Spádové regály jsou umístěny v prostoru z důvodu zajištění přístupu k doplňovací a výdejové straně. Výdejové strany jsou orientovány proti sobě, čímž je dosaženo zkrácení času vyskladnění při různorodém odběru zboží z těchto skladovacích zařízení. Za spádovými regály se nachází výtahové vertikální věže, které jsou situovány stejným způsobem jako spádové regály. V nejvzdálenější části tohoto skladu se nachází policové regály určené pro specifickou zakázkovou výrobu, která se nebude uskláňovat mezi obvyklý sortiment.

## **Expediční část skladu**

Tato oblast je v návrhu obrázku č. 42 označena modrým obdélníkem a písmenem C. Expediční část je tvořena podélnou lodí navazující na podélnou loď příjmové části. Na ploše expediční části se poblíž spádových regálů nachází kompletace, zde dochází ke kompletaci zákaznických objednávek. V blízkosti kompletace je umístěn ovinovací stroj, který je využíván převážně pro objemově větší objednávky. V tomto návrhu je expediční část řešena stejným způsobem a uspořádáním jako v návrhu číslo 1. Z toho důvodu ji již podrobněji nebudeme popisovat.

#### 4.4.3 Návrh č. 3

Poslední varianta návrhu je uvedena v příloze s označením L a názvem *Návrh č.3* a taktéž v příloze M s názvem *Okótovaný návrh č.3*. V tomto návrhu je celková délka skladu o 5 metrů delší než v prvním návrhu a o necelých 12 metrů delší než v druhé variantě. Je to způsobeno zvolenou manipulační technikou v paletovém skladu. I tato varianta má shodně členěné celkové plochy skladu na příjmovou, skladovací a expediční část jako všechny předešlé návrhy. Největší část plochy je určena pro uskladnění zboží. Zbylá plocha je rozdělena na příjmovou a expediční část.



Obr. č. 43 Rozdělení celkové plochy skladu návrh č. 3

#### Příjmová část

Obdobně jako ve všech předchozích návrzích, i zde je příjmová část skladu tvořena podélnou lodí, která je rozdělena na dvě oblasti. Podélná loď je kolmá k příčné lodi paletového skladu. Pro zásobování je tato oblast vybavena třemi příjmovými stanicemi a jednou nájezdovou rampou, která slouží pro zásobování diesellovým vysokozdvížným vozíkem transportující zboží do skladu přímo z výrobní haly. Dalším objektem, který se v dané oblasti nachází je dočasné uložení, což je prostor, kam se shromažďují vyskladněné palety z nákladních automobilů, ještě dříve než budou odeslány na příjem do paletového, vertikálního výtahového, případně spádového skladu. Nedílnou součástí příjmu je také nabíjecí stanice pro elektrické manipulační prostředky. V oblasti příjmu jsou také obsaženy správní a sociální plochy jako, kanceláře, šatna a sociální zařízení.

## **Skladovací část skladu**

Skladovací část je na obrázku č. 43 označena zeleným obdélníkem a písmenem B. Celá skladovací plocha je dále rozdělena na paletový, výtahový vertikální a spádový sklad. Největší plochu zabírá paletový sklad, který je navržen ve všech variantách pro kapacitu 10 200 paletových míst, zatímco v předchozích návrzích bylo pro práci v paletovém skladu využito regálových zakladačů, v tomto návrhu je využito vysokozdvížného vozíku s výsuvným zvedacím zařízením. Při uskladňování palet pomocí této manipulační techniky je potřeba, aby vysokozdvížný vozík s výsuvným zvedacím zařízením byl situován kolmo k paletovému regálovému systému. Vzhledem k této podmínce musí být uličky dostatečně široké, což má za následek nárůst celkové délky skladu. Velikost příslušných uliček byla tedy stanovena s ohledem na použitou manipulační techniku a příslušnou normu. Každá řada regálu má na svém začátku uličky prostor určený pro příjem a výdej do paletového skladu. Vnitřní uspořádání regálového systému je identické jako u předchozích návrhů, tedy jednořadové stěnové regály jsou umístěny po celém obvodu paletového skladu, zatímco dvojřadé regály jsou umístěny v určitém systému v prostoru. Mezi poslední uličkou paletového skladu a přechodem do části využívající výtahových věží a spádové části skladu je ponechán volný prostor pro přímé zásobování z paletových přímo do spádových regálů. Výdejní strany ze spádových regálů a výtahových vertikálních věží jsou umístěny naproti sobě, čímž vznikne jediná ulička, ze které lze optimálně vyskladnit veškeré druhy zboží v nich uskladněné.

## **Expediční část skladu**

Tato část označená modrým obdélníkem a písmenem C je shodně jako u všech variant tvořena podélnou lodí, která propojuje příjmovou a expediční část. I zde nalezneme pomocné, správní i sociální plochy, které byly blíže specifikovány v již předchozích návrzích. Nejdůležitější částí expedice je kompletace. Zde probíhá kompletace jednotlivých zboží do zákaznických objednávek, jejich balení a odepisování ze skladu pomocí čárových kódů. Pro provedení veškerých uvedených činností se objednávka přesune do dočasného uložení nebo je nakládána na nákladní nebo dodávková vozidla a expedována zákazníkům. Výstup z expediční části skladu je zajištěn dvěma nakládacími stanicemi, z nichž jedna je vybavena zařízením, které umožňuje nakládku i dodávkových vozidel. Pro nakládku může být také využito nájezdové rampy obsluhované diesellovým vysokozdvížným vozíkem.

## 5. Zhodnocení řešení

Tato závěrečná kapitola je zaměřena na hodnocení navržených řešení. Jejich vyhodnocení bude vytvořeno pomocí dynamické simulace. Veškeré varianty budou v tomto programu nasimulovány a jejich výsledky porovnány. Na základě takto získaných výsledků stanovíme optimální návrh skladového objektu. Celkové výsledky dosažené pomocí dynamické simulace jsou pro jednotlivé návrhy uvedeny v přílohách F až H.

Ještě než přistoupíme k samotnému zhodnocení, musíme si uvést informace, které byly pro vytvoření simulace použity. Pro objektivní vyhodnocení jsou v každém návrhu použita totožná vstupní data. Simulační modely se tedy liší pouze v uspořádání skladu, ve vzdálenostech jednotlivých nadefinovaných bodů, které jsou závislé na uspořádání skladu a v použité manipulační technice, která je uvedena v této práci výše. Výstupní data jednotlivých návrhů, která mezi sebou budeme porovnávat jsou následující: využitelnost použité manipulační techniky, ujetá vzdálenost, vyhodnocení nákladů a průměrný čas realizace vzniklých požadavků. Z důvodu časové náročnosti jsme neprovedli simulaci pohybu v celém sledovaném období, nýbrž pouze pro určité specifické dny, jako například dny s limitními nebo průměrnými hodnotami dodávek.

### 5.1 Zhodnocení návrhu č. 1

Tento návrh se od ostatních návrhů liší svým vodorovným uspořádáním paletových regálů. Díky tomuto uspořádání je v tomto návrhu dosaženo až dvojnásobné délky paletových řad a až dvojnásobného počtu paletových skladovacích pozic. Při tomto řešení paletové části skladu je docíleno menšího počtu manipulačních uliček, což má za následek méně časté přejíždění mezi jednotlivými manipulačními uličkami při vyskladňování velkého množství různých druhů ložisek.

**Tabulka č. 26** Přehled použité manipulační techniky v návrhu č.1

manipulační technika	počet [ks]	umístění
regálový zakladač	3	paletový sklad
elektrický vysokozdvíž. vozík	3	příjem a výdej
dieselový vysokozdvíž. vozík	1	příjem a výdej venkovní plocha
ručně vedený vysokozdvíž. vozík	1	kompletace
ruční paletový vozík	1	kompletace
<b>celkem</b>	<b>9</b>	-

Pro obsluhu skladu vytvořeného v návrhu č.1 je celkový počet a složení manipulační techniky stanoven ve výše uvedené tabulce č. 26. Při stanovení celkového počtu manipulační techniky nebylo přihlíženo jen k nejvyšším hodnotám denních příjmů a výdejů, ale také k budoucímu nárůstu množství ložisek dodávaných do skladu. Reakcí na stanovení potřebného množství manipulační techniky je určení počtu potřebného personálu. Jelikož manipulační prostředky nejsou rovnoměrně využívány, není nutné ke každému prostředku přiřadit jednoho pracovníka. Na základě tohoto poznatku jsme vytvořili tabulku č. 27, která stanovila potřebný počet zaměstnanců skladu.

**Tabulka č. 27** Potřebný počet personálu skladu pro návrh č.1

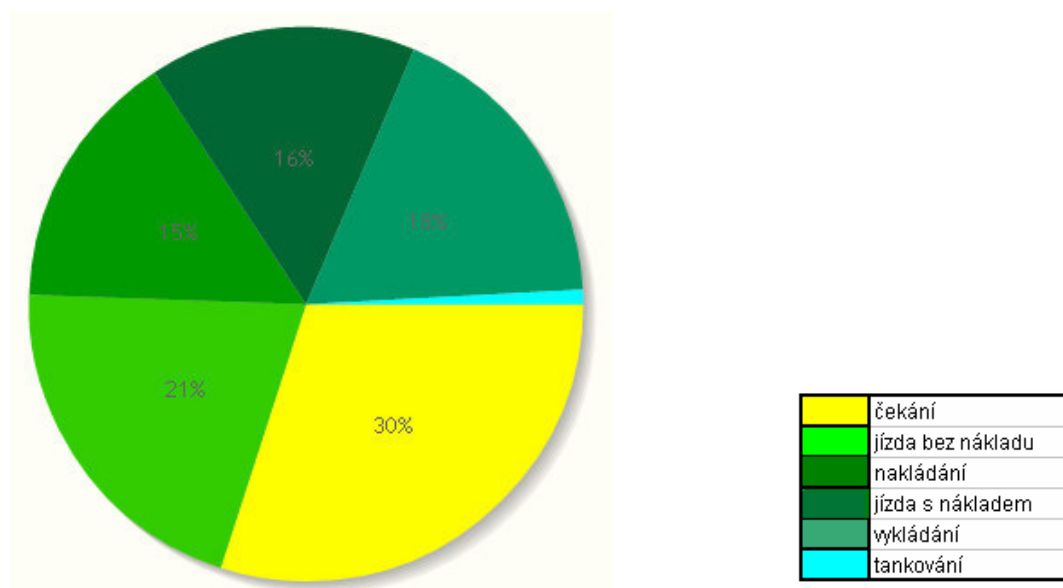
	regálový zakladač 1	regálový zakladač 2	regálový zakladač 3	elektrické vysokozd. vozíky	ostatní vozíky	kompetace	balicka	kontrola
pracovník 1	X							
pracovník 2		X						
pracovník 3			X					
pracovník 4				X	X	X	X	
pracovník 5				X	X	X	X	
pracovník 6				X	X	X	X	
pracovník 7					X	X	X	
pracovník 8					X	X	X	
pracovník 9					X	X	X	
pracovník 10								X

Tabulka č. 27 znázorňuje postup, jakým byl stanoven celkový počet zaměstnanců skladu. Principem bylo přiřazení k jednotlivým pracovníkům prioritní činnosti, které musí být zajištěny a na kterých nesmí docházet k nedostatku pracovní síly při standardní hladině požadavků. Pro zabezpečení chodu skladu návrhu č. 1 je zapotřebí deseti pracovníků. Každý pracovník má přiřazenou prioritní činnost, jež je v tabulce označena zeleným políčkem. Šedým políčkem jsou znázorněny činnosti, které vykonává pracovník v případě, že veškeré požadavky pro prioritní činnost jsou již splněny. Obsluha regálových zakladačů má přiřazenou pouze prioritní činnost z důvodu větší časové vytíženosti a náročnosti práce. [24]



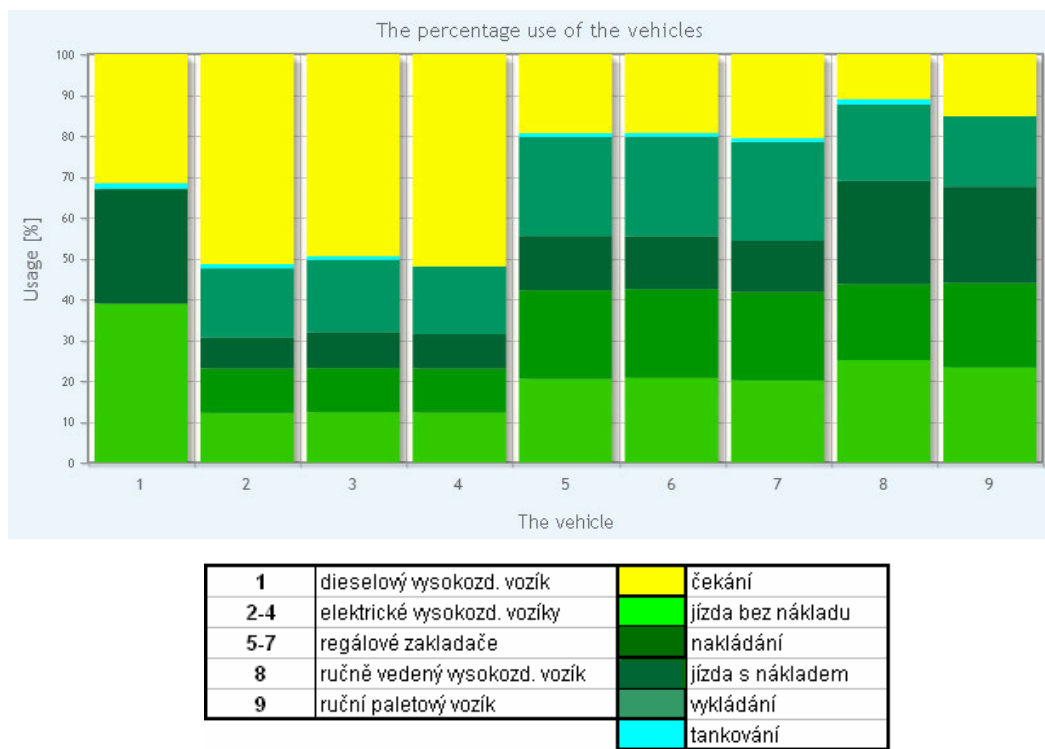
### 5.1.1 Výsledky dosažené dynamickou simulací

Tento návrh byl dynamickou simulací zhodnocen v několika variantách, které se lišily pouze v manipulovaném množství. Výsledky, které budou dále uváděny přísluší ke dni, kdy byla do skladu dodána nadprůměrně velká dodávka ložisek. Nicméně se ještě nejedná o limitní hodnoty dodávek. Tento den byl vybrán z důvodu opakovaného výskytu dodávaného množství a nadprůměrně větší dodávky, která byla dostatečně velká na to, aby ověřila nastavení veškerých procesů ve skladovém objektu.



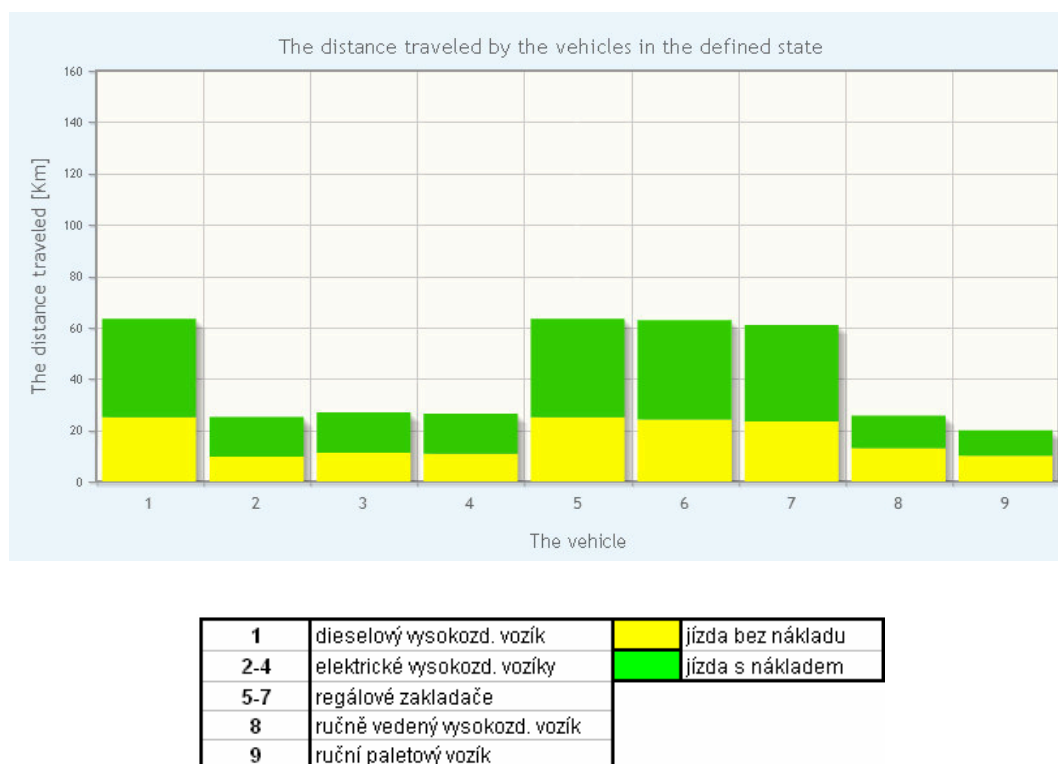
**Obr. č. 44** Vyhodnocení průměrného využití manipulačního prostředku formou koláčového grafu

Prvním celkovým výsledkem, který nám poskytla dynamická simulace je vyhodnocení využití manipulačních prostředků. Graf v obrázku č. 44 představuje využitelnost veškeré nadefinované manipulační techniky přepočítanou na jedno manipulační zařízení. Při této simulaci nebylo počítáno s náhodnými poruchami ani údržbami, či generálními opravami. Jediné kritérium, které je zde zahrnuto, je čas potřebný k natankování paliva v případě manipulační techniky poháněné vznětovými motory nebo výměna baterií v případě pohonu elektromotory. Převedením tohoto grafu na využití konkrétních manipulačních prostředků dostaneme další výstupní graf z dynamické simulace. Jedná se o graf uvedený níže na obrázku č. 45. Zde jsou již jednotlivá využití uvedena pro každý manipulační prostředek zvlášť.



**Obr. č. 45** Vyhodnocení využití jednotlivých manipulačních prostředku

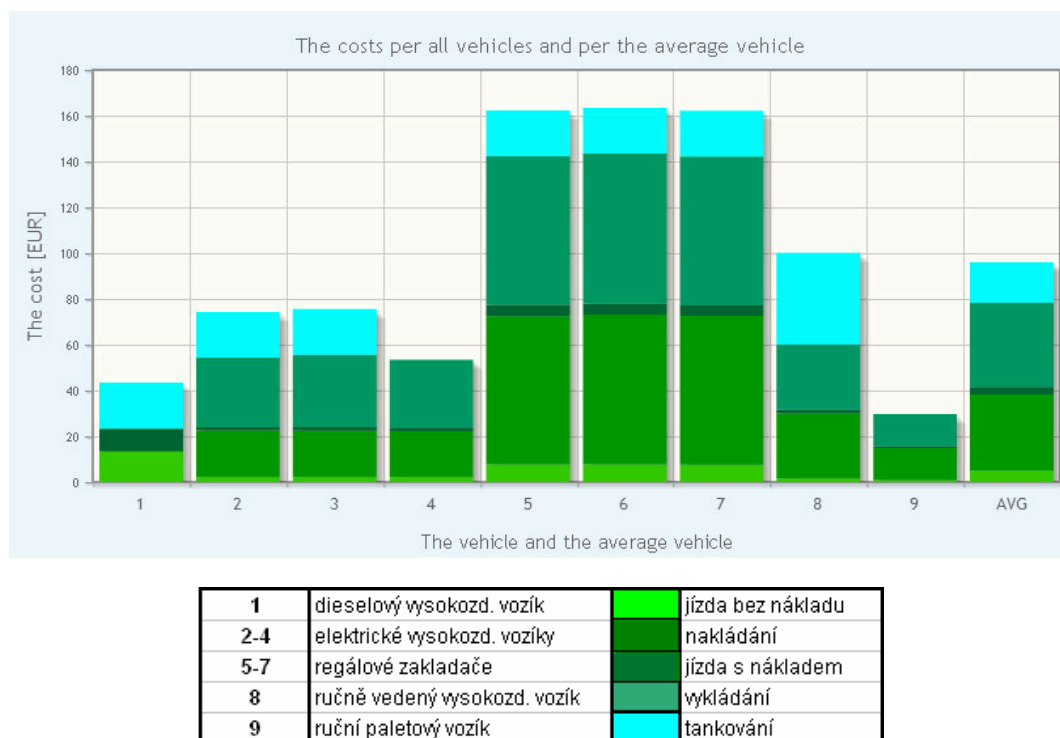
V praxi se pracuje s hodnotami vytížení okolo 70 až 90% v závislosti na potřebné době vybavení požadavků. Z obrázku č. 45 je patrné, že některých manipulačních prostředků není ještě zcela využito a zbývají určité rezervy pro zvyšující se požadavky na manipulaci.



**Obr. č. 46** Vyhodnocení ujeté vzdálenosti ve sledovaném období

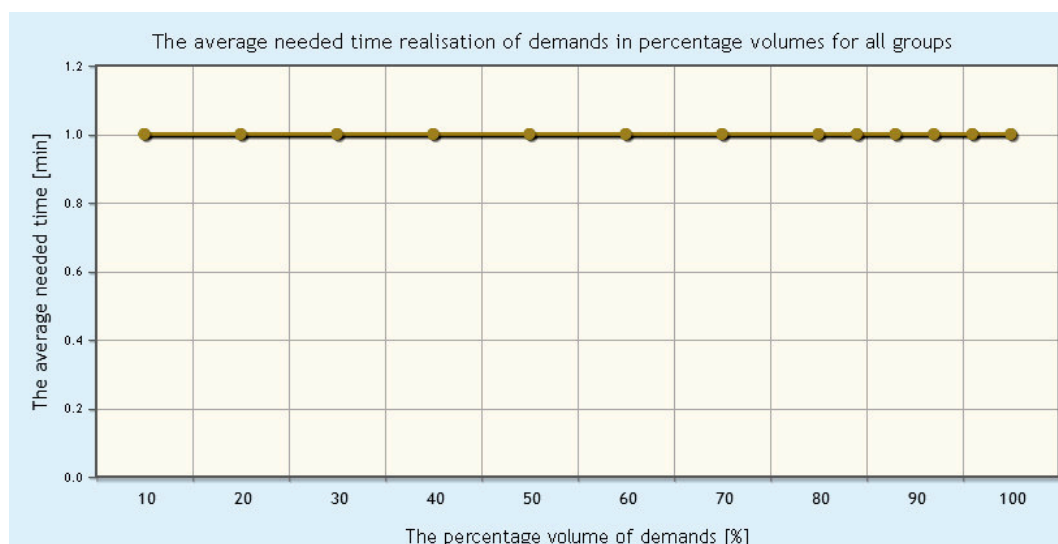
Další zhodnocení návrhu se zaměřuje na ujetou vzdálenost manipulační techniky. V grafu na obrázku č. 46 jsou znázorněny ujeté vzdálenosti s nákladem a bez jednotlivých manipulačních zařízení během jednoho předem definovaného dne.

Předposledním srovnávaným výsledkem tohoto návrhu je vyčíslení celkových nákladů vznikajících manipulací se zbožím. Tyto náklady jsou stanoveny pro každou manipulační jednotku podle činností, kterou daný stroj vykonává. V zadní části grafu je také uveden sloupec, který uvádí průměrné náklady na manipulaci.



**Obr. č. 47** Vyhodnocení nákladů na manipulaci s materiálem

Posledním srovnávaným výsledkem nasimulovaného procesu je průměrný čas realizace požadavků. Toto zhodnocení slouží jako ukazatel rychlosti reakce na vzniklé požadavky. Celkový objem požadavků je na obrázku č. 48 rozdělen na procentuální celky. Z tohoto obrázku můžeme pozorovat, kolik procent z celkového objemu požadavků lze v jakém čase realizovat.



**Obr. č. 48** Průměrný čas realizace vyjádřený procentem objemu požadavků

Hodnota průměrného času realizace, která pro daný návrh vyšla, lze považovat za hodnotu nadstandardní, optimální průměrný čas realizace se v praxi pohybuje okolo 5 až 15 minut. V našem případě je tak nízká hodnota způsobená nastavením systému na budoucí vyšší přijímaný objem dodávek. Pro simulovaný den lze nastavený systém skladu označit spíše jako poddimenzovaný.

## 5.2 Zhodnocení návrhu č. 2

Stejně jako předchozí návrh, i tento využívá regálových zakladačů pro manipulaci s materiálem v paletové části skladu. U této varianty je rozdílné uspořádání paletových regálů. V tomto případě jsou řady regálových systémů umístěny příčně. Díky tomuto uspořádání je navrhovaný sklad o necelých 7 metrů na délku kratší. Příčným uspořádáním jsou paletové řady o polovinu kratší. Každá řada má své příjmové a výdejové místo, přičemž příjmová a výdejová místa jsou oddělená.

**Tabulka č. 28** Přehled použité manipulační techniky v návrhu č.2

manipulační technika	počet [ks]	umístění
regálový zakladač	3	paletový sklad
elektrický vysokozdvíž. vozík	3	příjem a výdej
dieselový vysokozdvíž. vozík	1	příjem a výdej venkovní plocha
ručně vedený vysokozdvíž. vozík	1	kompletace
ruční paletový vozík	1	kompletace
<b>celkem</b>	<b>9</b>	-

Obdobně jako u předchozího návrhu, i pro obsluhu skladu v druhém návrhu, je zapotřebí totožného složení a počtu manipulační techniky. Při stanovení celkového počtu manipulační techniky nebylo přihlíženo jen k hodnotám největších denních příjmů a výdejů, ale také k budoucímu nárůstu množství ložisek dodávaných do skladu. Dále jsme k navržené manipulační technice a činnostem přiřadili určitý počet pracovníků. Na základě tohoto přiřazení jsme vytvořili tabulku č. 29, která určí potřebný počet zaměstnanců skladu.

**Tabulka č. 29** Potřebný počet personálu skladu v návrhu č.2

	regálový zakladač 1	regálový zakladač 2	regálový zakladač 3	elektrické vysokozd. vozíky	ostatní vozíky	kompetace	balíčka	kontrola
pracovník 1	X							
pracovník 2		X						
pracovník 3			X					
pracovník 4				X	X	X	X	
pracovník 5				X	X	X	X	
pracovník 6				X	X	X	X	
pracovník 7					X	X	X	
pracovník 8					X	X	X	
pracovník 9					X	X	X	
pracovník 10								X

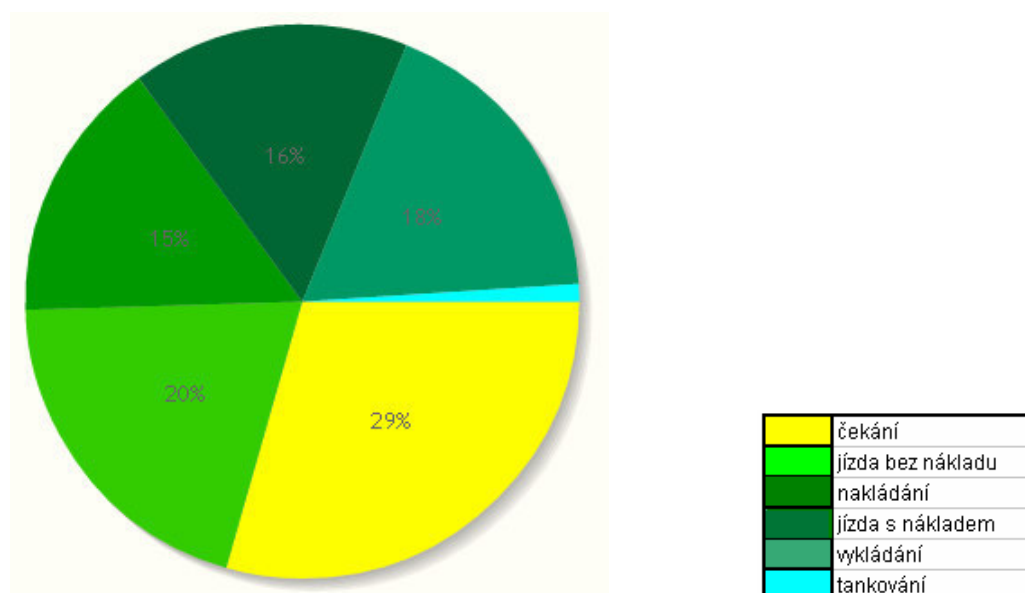
Tabulka č. 29 zobrazuje postup, kterým byl stanoven celkový počet potřebných zaměstnanců. Podrobnější popis postupu byl popsán u předchozího návrhu, proto jej zde již nebudeme uvádět. Pro plynulé zabezpečení chodu skladu vytvořeno v návrhu č. 2 je potřeba deseti pracovníků.

### 5.2.1 Výsledky dosažené dynamickou simulací

Tento návrh byl v programu dynamické simulace zhodnocen v několika variantách, které se od sebe odlišovaly manipulovatelným množstvím a počtem požadavků. Výsledky, které jsou níže uvedeny pochází ze dne, kdy bylo do skladu dodáno nadprůměrné množství ložisek, nicméně dodaná dodávka neobsahovala maximální množství, která jsou běžně do skladu dodávána. Tento den byl vybrán z důvodu opakovaného výskytu a nadprůměrného

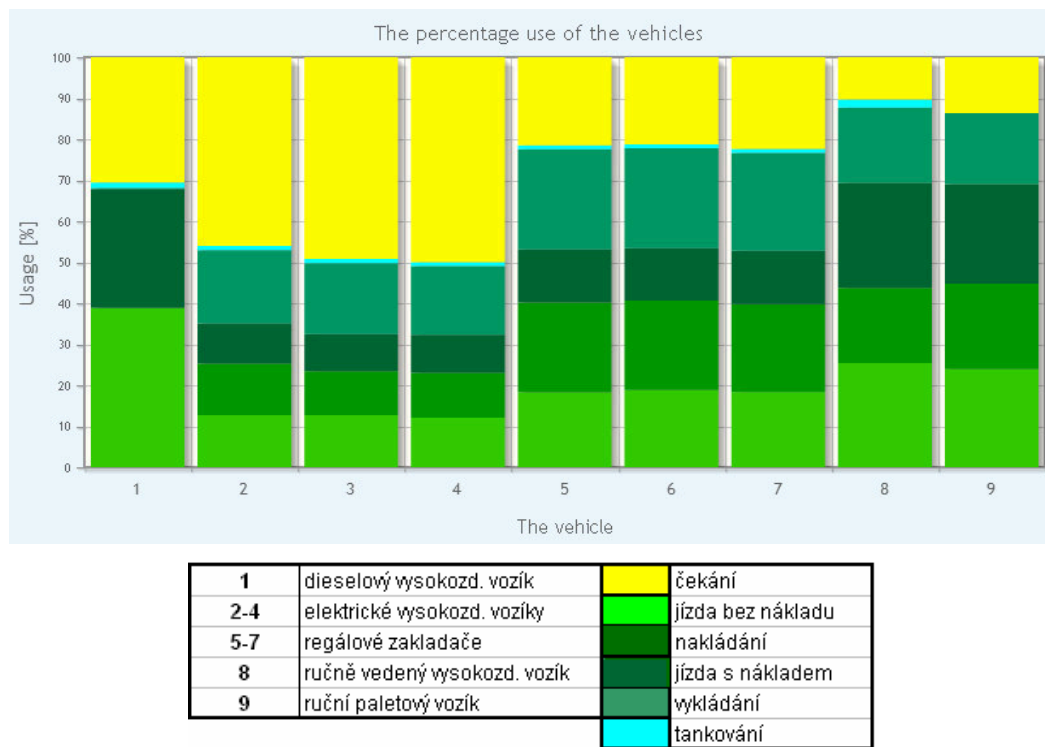
dodávaného množství, které bylo dostatečné k ověření nastavení procesů ve skladovém objektu.

Nyní si uvedeme jednotlivé výsledky nasimulovaného modelu. Jako prvním dosažným výsledkem je vyhodnocení celkové průměrné využitelnosti použité manipulační techniky.



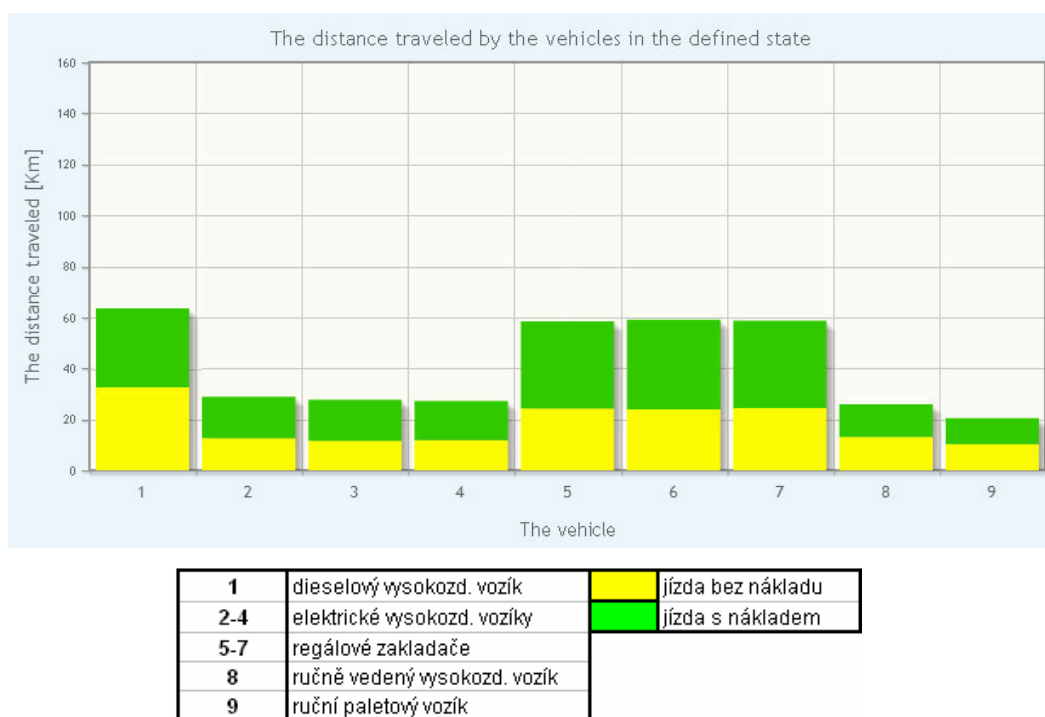
**Obr. č. 49** Vyhodnocení průměrného využití manipulačního prostředku formou koláčového grafu

Graf na obrázku č. 49 znázorňuje využitelnost veškeré použité manipulační techniky přepočtenou na jednotku manipulačního zařízení. Při této simulaci nebylo, stejně jako u té předchozí, počítáno s náhodnými poruchami a ani údržbami či generálními opravami. Jediné kritérium, které je zde zahrnuto, je čas potřebný k natankování paliva v případě manipulační techniky poháněné vznětovými motory nebo výměny baterií v případě manipulační techniky poháněné elektromotory. Při porovnání tohoto průměrného využití manipulačních prostředků v obou návrzích zjistíme, že se hodně podobají. Jediné odlišnosti, které zde můžeme nalézt je jednocentní rozdíl ve výšce čekání a jízdy bez nákladu. Další obrázek s grafem bude doplňovat předešlý koláčový graf o využitelnost manipulační techniky pro každý prostředek zvlášť.



**Obr. č. 50** Vyhodnocení využití jednotlivých manipulačních prostředku

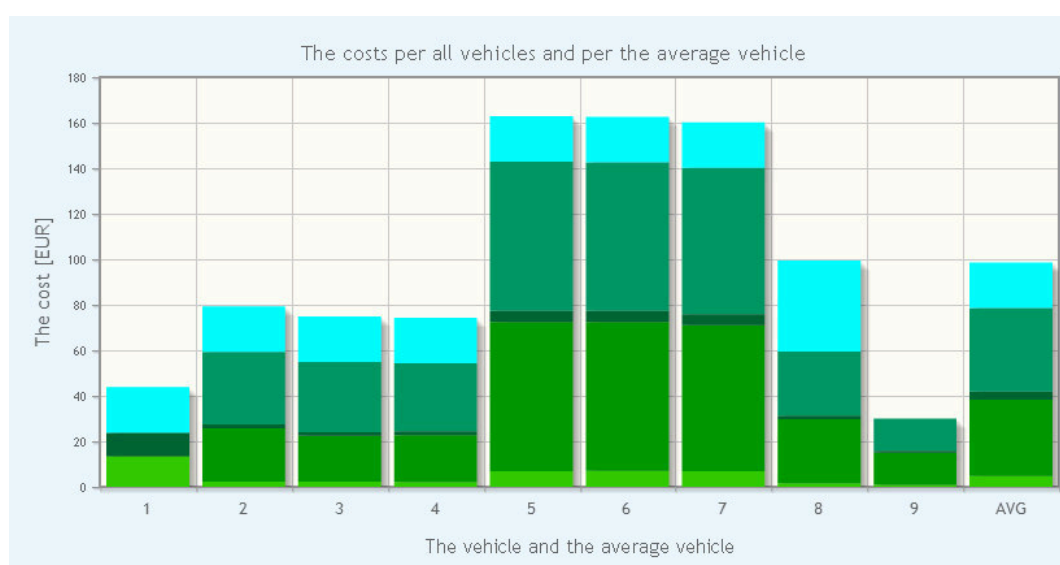
V praxi se vytížení pohybuje okolo 70 až 90% v závislosti na potřebné době vybavení požadavků. Z obrázku č. 50 je patrné, že využití elektrických vysokozdvížných vozíků není ještě zcela optimální, nachází se zde ještě jisté rezervy pro zvyšující se požadavky na manipulaci.



**Obr. č. 51** Vyhodnocení ujeté vzdálenosti ve sledovaném období

Dalším porovnávaným výstupem z dynamické simulace je celková ujetá vzdálenost jednotlivé manipulační techniky ve sledovaném časovém rozmezí. Při porovnání ujetých vzdáleností v návrhu skladu č.1 a č. 2 je patrné, že v případě návrhu č. 2 došlo k mírnému poklesu ujeté vzdálenosti u regálových zakladačů, způsobené odlišným uspořádáním regálových řad.

Dalším důležitým porovnávacím hlediskem mezi jednotlivými návrhy jsou náklady. Následující výstupní data zobrazují celkové náklady vznikající při manipulaci se zbožím. Jednotlivé náklady jsou stanoveny pro každou manipulační techniku zvlášť. V grafu na obrázku č. 52 také najdeme stanovení průměrných nákladů. Tento sloupeček je označen velkými písmeny AVG.

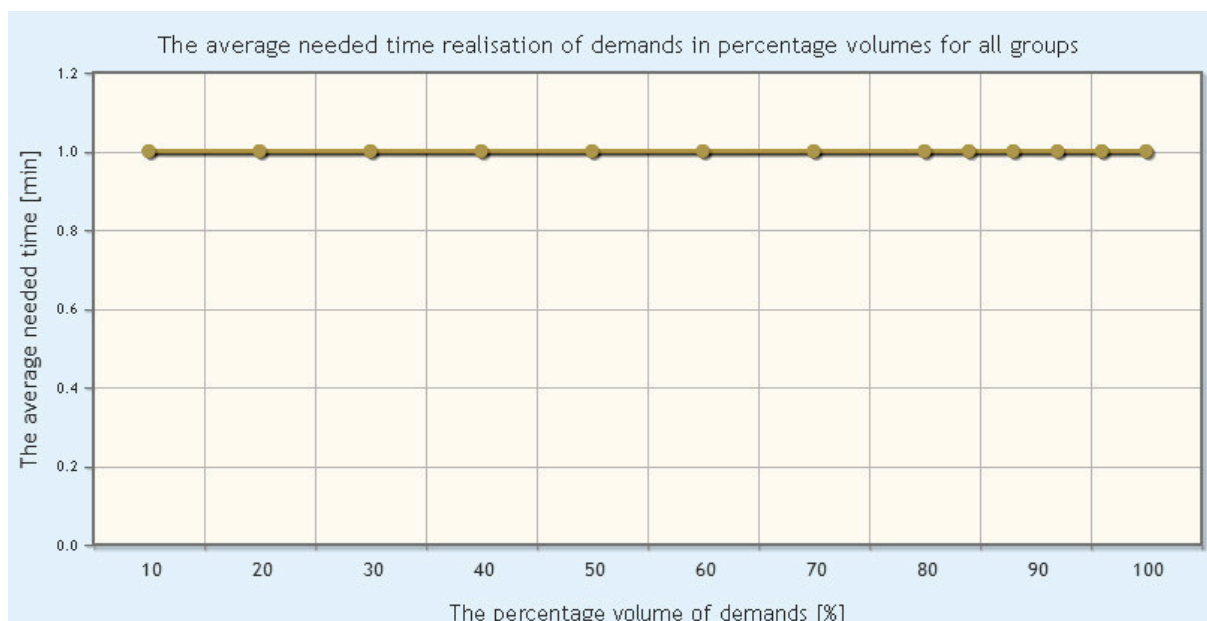


1	dieselový vysokozd. vozík		jízda bez nákladu
2-4	elektrické vysokozd. vozíky		nakládání
5-7	regálové zakladače		jízda s nákladem
8	ručně vedený vysokozd. vozík		vykládání
9	ruční paletový vozík		tankování

**Obr. č. 52** Vyhodnocení nákladů na manipulaci s materiálem

Závěrečným zhodnocením tohoto návrhu je ukazatel schopnosti rychle reagovat na vzniklé požadavky. Celkový objem požadavků je na obrázku č. 53 rozdělen na procentuální celky, díky tomuto rozložení jde sledovat, kolik procent z celkového objemu požadavků lze v jakém čase realizovat.





**Obr. č. 53** Průměrný čas realizace vyjádřený procentem objemu požadavků

I u tohoto návrhu nám průměrný čas realizace požadavků vyjde nadstandardní. Optimální hodnota průměrného času realizace se v praxi pohybuje okolo 5 až 15 minut. V tomto případě je nízká hodnota způsobena nastavením systému na budoucí vyšší dodávané množství, které se plánuje do skladu dodávat od roku 2015. Pro dosavadní stav lze nastavení systému skladu označit spíše jako poddimenzovaný.

### 5.3 Zhodnocení návrhu č. 3

Poslední návrh skladu se od předchozích variant liší nejvíce. V paletové části je místo regálových zakladačů využito vysokozdvížných vozíků označovaných jako retrak. Vzhledem k použité manipulační technice je nutné počítat s většími rozměry uliček oproti předchozím variantám. To má za následek celkové navýšení délky skladu o necelých 7 metrů v porovnání s návrhem č. 1 a až o 12 metrů v porovnání s návrhem č. 2. Paletové řady jsou v tomto návrhu situovány příčně. Příjmová a výdejová místa z jednotlivých řad jsou zde tvořena jedinou plochou, která je umístěna v čelní části paletových řad.

**Tabulka č. 30** Přehled použité manipulační techniky v návrhu č.3

manipulační technika	počet [ks]	umístění
vysokozd. vozík s výsuv.zvedacím zařiz. (retrak)	3	paletový sklad
elektrický vysokozdvíž. vozík	3	příjem a výdej
diesellový vysokozdvíž. vozík	1	příjem a výdej venkovní plocha
ručně vedený vysokozdvíž. vozík	1	kompletace
ruční paletový vozík	1	kompletace
<b>celkem</b>	<b>9</b>	-

Pro obsluhu skladu v daném návrhu je nutné zajistit dostatečný počet manipulační techniky, který je uveden v tabulce č. 30. I s rozdílnou volbou použité techniky lze dosáhnout obdobných výsledků jako u předchozích návrhů. Při využití vysokozdvížných vozíků s výsuvným zvedacím zařízením lze dosáhnout jisté úspory při nákupu těchto zařízení. Cena těchto vozíků s výsuvným zvedacím zařízením je v porovnání s cenou regálového zakladače poměrně nižší. Pro přiřazení jednotlivých pracovníků k manipulační technice využijeme stejného postupu jako v předchozích návrzích.

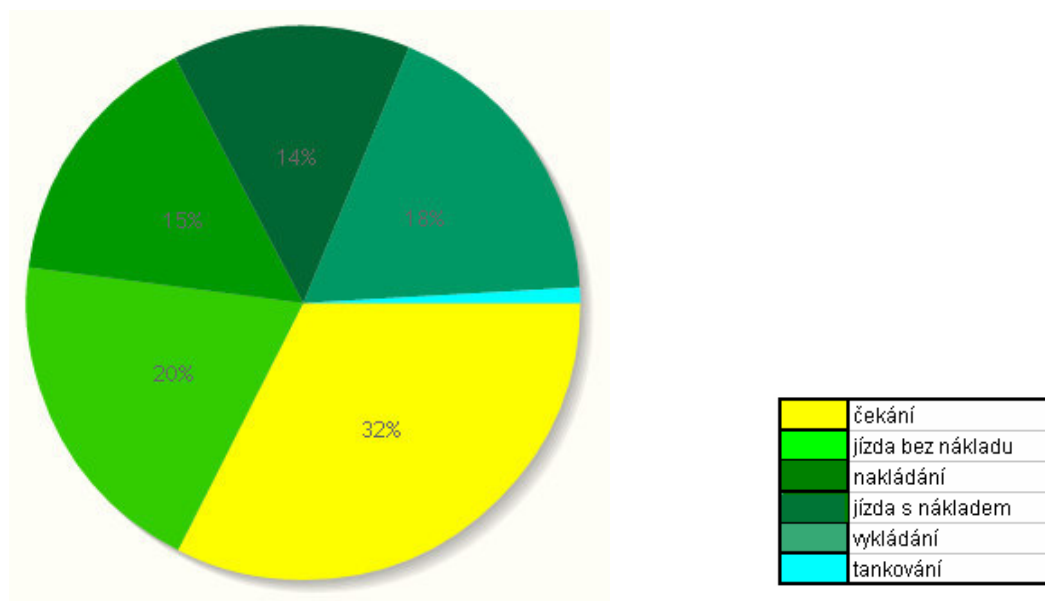
**Tabulka č. 31** Potřebný počet personálu skladu v návrhu č.3

	retrak 1	retrak 2	retrak 3	elektrické vysokozd. vozíky	ostatní vozíky	kompetace	balicka	kontrola
pracovník 1	X							
pracovník 2		X						
pracovník 3			X					
pracovník 4				X	X	X	X	
pracovník 5				X	X	X	X	
pracovník 6				X	X	X	X	
pracovník 7					X	X	X	
pracovník 8					X	X	X	
pracovník 9					X	X	X	
pracovník 10								X

V porovnání s předchozími variantami i zde nedošlo k žádné změně i při rozdílné volbě manipulačních prostředků. Pro obsluhu veškerých navržených variant expedičního skladu nám vždy vystačí deset pracovníků.

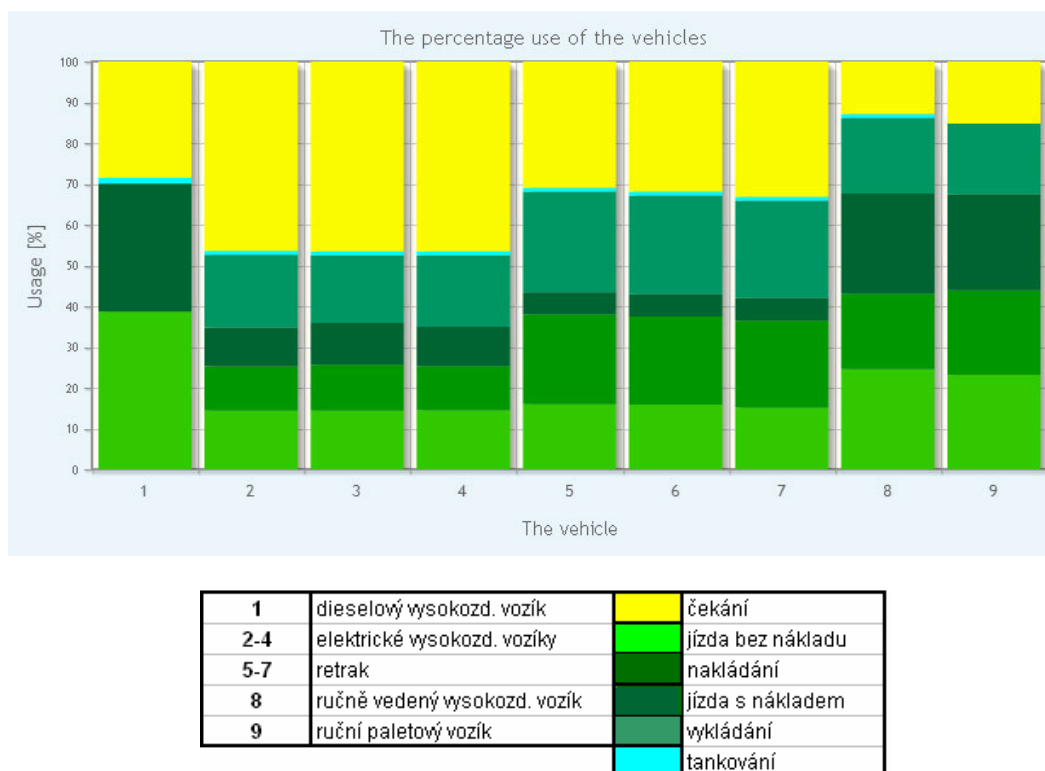
### 5.3.1 Výsledky dosažené dynamickou simulací

Také tento návrh byl podroben dynamické simulaci v několika různých situacích, kdy bylo do skladu dodáváno a vydáváno proměnlivé množství ložisek. Veškeré další postupy a kritéria, která byla pro simulaci použita jsou již výše popsána, z toho důvodu je zde již nebudeme uvádět a rovnou přistoupíme k získaným výsledkům.



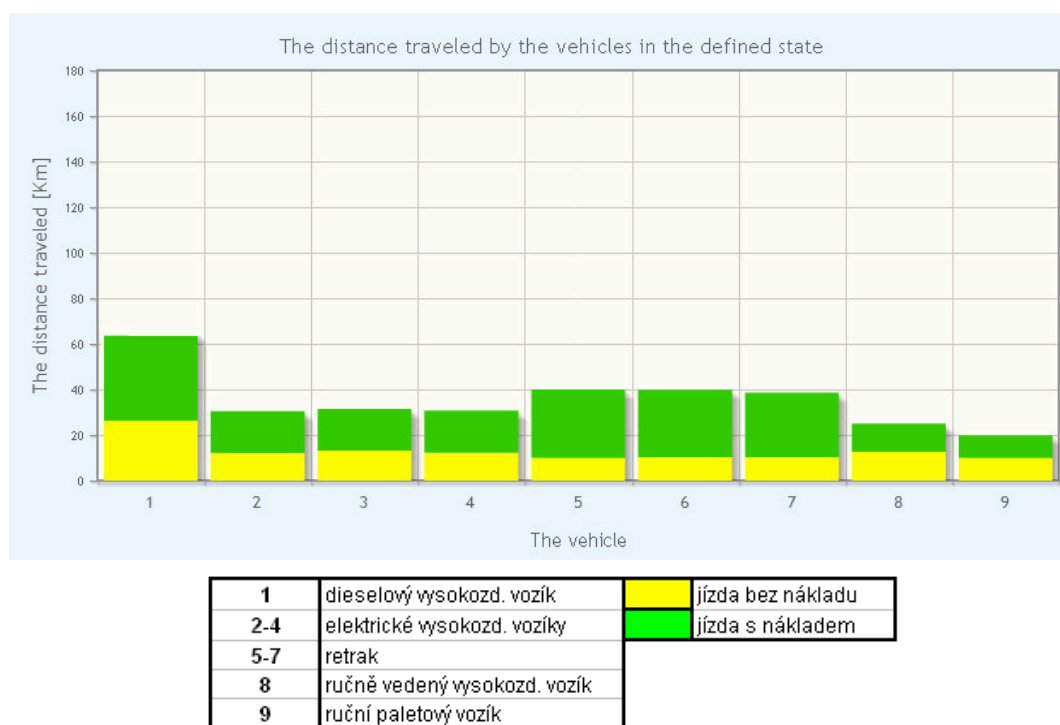
**Obr. č. 54** Vyhodnocení průměrného využití manipulačního prostředku formou koláčového grafu

Při takto řešeném výběru manipulačního zařízení a struktury skladu, se doba jízdy bez nákladu snížila o 1%, čas jízdy s nákladem se snížil o 2% a nakonec čas čekání se navýšil o 2%.

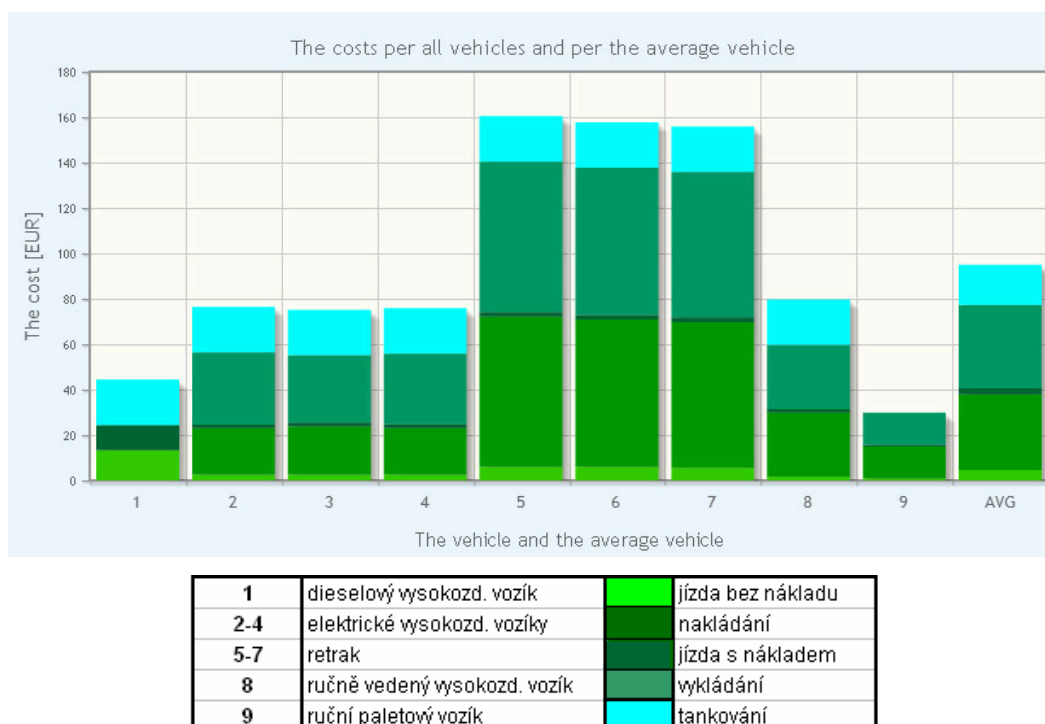


**Obr. č. 55** Vyhodnocení využití jednotlivých manipulačních prostředku

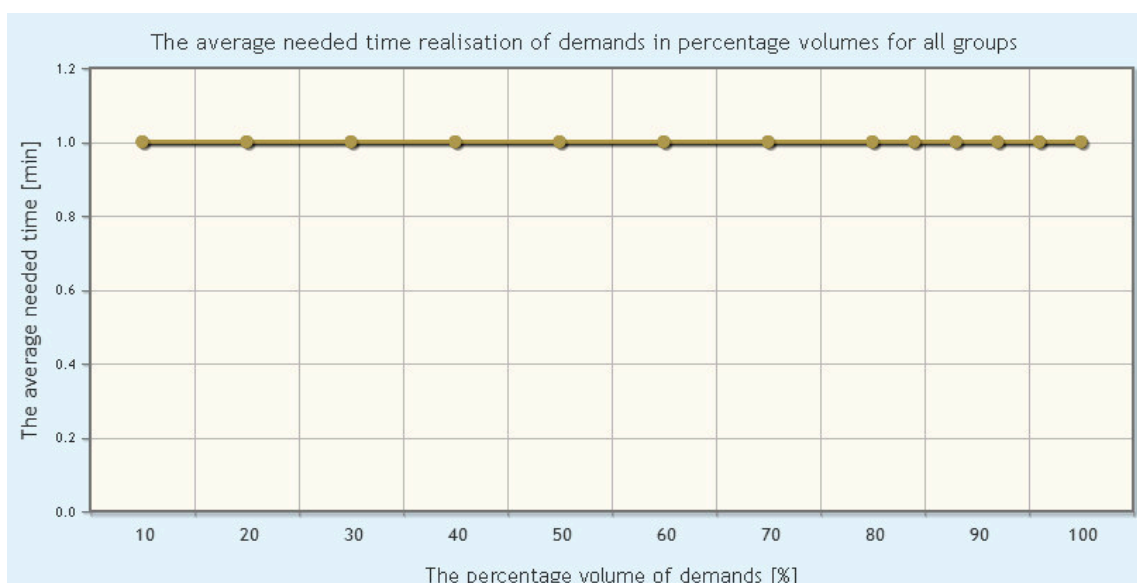
V praxi se pracuje s hodnotami vytížení okolo 70 až 90% v závislosti na potřebné době vybavení požadavků. Z obrázku č. 55 je patrné, že některých manipulačních prostředků není ještě zcela využito a zbývají určité rezervy pro zvyšující se požadavky na manipulaci.



**Obr. č. 56** Vyhodnocení ujeté vzdálenosti ve sledovaném období



**Obr. č. 57** Vyhodnocení nákladů na manipulaci s materiálem



**Obr. č. 58** Průměrný čas realizace vyjádřený procentem objemu požadavků

I v tomto případě nastal stejný jev jako u předchozích návrhů. Průměrný čas realizace je v tomto nastavení systému nadstandardní. Pokud by byl návrh zpracováván pro stávající stav, bylo by takové nastavení stávajících procesů neefektivní a drahé. Jelikož je daný návrh zpracováván již s ohledem na budoucí stav, je toto nastavení přijatelné.

## 5.4 Konečné zhodnocení a výběr optimálního řešení

Pro ověření vytvořených návrhů byl použit program dynamické simulace. Jeho úkolem bylo zhodnotit funkčnost uspořádání skladu. Při tomto zhodnocení byl brán zřetel i na zvolené manipulační prostředky. Veškeré návrhy byly vytvořeny na společné platformě a při jejich navrhování bylo využito totožného skladovacího zařízení, které je ovšem u jednotlivých variant odlišně uspořádáno. Největšími změnami u každého návrhu vždy prošla paletová část. Zde, jak jsme se již zmínili, bylo navrženo odlišné uspořádání regálových systémů a pro jejich obsluhu jsme volili dvě varianty manipulační techniky. Tyto změny měly za následek proměnlivou délku skladu v jednotlivých návrzích a také rozdílné vzdálenosti mezi jednotlivými nadefinovanými body na ploše skladu. Tyto body sloužili pro popis pohybu materiálu po ploše skladu při dynamické simulaci.

**Tabulka č. 32** Porovnání a ohodnocení návrhů

	návrh č. 1	návrh č. 2	návrh č. 3
<b>náklady na manipulaci s materiálem</b>	1	1	1
<b>ujetá vzdálenost</b>			
paletová část	2	3	1
ostatní části	1	1	2
<b>využití</b>			
paletová část	1	2	3
ostatní části	3	1	2
<b>průměrný čas realizace požadavků</b>	1	1	1
<b>počet zaměstnanců</b>	1	1	1
<b>počet manipulační techniky</b>	1	1	1
<b>celkem</b>	11	11	12
<b>pořadí</b>	<b>1.</b>	<b>1.</b>	<b>2.</b>

Tabulka č. 32 obsahuje kritéria, která byla u jednotlivých návrhů porovnávána. Každé kritérium bylo ohodnoceno vzhledem k dosaženým výsledkům viz výše a celkové body byly sečteny. Ke kritériu vzdálenosti byly body přiřazeny podle vzdálenosti, kterou musí manipulační technika ujet. Nejdelší vzdálenost je ohodnocena bodem s hodnotou 3 a nejkratší vzdálenost bodem s hodnotou 1. Kritérium využití je hodnoceno opačně. Vyšší využití má přiřazenou nižší hodnotu bodu. Čím nižší celková suma součtu, tím lepší umístění návrhu v porovnání s ostatními. Po sečtení přiřazených bodů je patrné, že pro stanovení optimálního návrhu se budeme rozhodovat mezi návrhem č. 1 a návrhem č. 2.

Při vyhodnocování výsledků si můžeme všimnout, že průměrný čas realizace a náklady na manipulaci s materiálem nabývají stejných hodnot a proto jsou u těchto kritérií přiřazeny body se stejnou hodnotící váhou. U výsledků nákladů to znamená, že u žádné z navržených variant nevzniká dodatečná manipulace s materiálem, která by daný proces prodražovala. Srovnáním výstupních dat vzdáleností si můžeme povšimnout, že u návrhu č. 1 a návrhu č. 2 měla změna uspořádání regálových systémů vliv na celkovou ujetou vzdálenost manipulačních prostředků operujících v paletovém skladu. Celkové hodnoty ujetých tras těchto prostředků se již během jednoho dne lišily řádově o kilometry. Délka trasy ujetá manipulační technikou v návrhu č. 3 je od předchozích značně rozdílná. Manipulační technika využívaná na příjmu a výdeji celkově urazí až o sedm kilometrů více v porovnání s identickou technikou v návrzích č. 1 a č. 2. Tento rozdíl je do jisté míry kompenzován v paletové části skladu, kde manipulační prostředky urazí v pozorovaném dnu až o dvacet kilometrů méně.

Jelikož celkové zhodnocení finanční stránky výstavby a vybavenosti skladu nebylo provedeno, pokusíme se alespoň orientačně odhadnout cenovou stránku jednotlivých návrhů. Jelikož počet manipulační techniky je ve všech návrzích stejný, rozdíl v této položce bude způsoben volbou manipulačních prostředků. V tomto ohledu budou nejnižší pořizovací náklady u návrhu č.3. Je to způsobeno pořizovací cenou vysokozdvizných vozíků s výsuvným zvedacím zařízením, která je v porovnání s cenou regálových zakladačů nižší. Nicméně celkové náklady na výstavbu skladového komplexu u této varianty budou vyšší v porovnání se zbylými dvěma variantami. Důvodem navýšení nákladů je nutnost zajištění větší rozlohy pozemku a výstavbu větší haly.

Z navržených variant řešení uspořádání expedičního skladu se díky výsledkům celkové vzdálenosti ujeté manipulační technikou jeví jako optimální řešení návrh č. 3. Nicméně celkové využití a uspořádání skladu u variant č. 1 a č. 2 je výhodnější. Všechny tyto návrhy jsou do jisté míry podobné. Příjmové a expediční části jsou naprojektovány jako jedna část, což přispívá ke snadné kontrole klíčových míst příjmu a výdeje. U návrhů č. 1 a č. 2 jsou jednotlivé části skladu tvořeny jasně členěnými plochami, kde je pohyb materiálu vždy přímý, díky tomu nedochází na ploše skladu ke křížení materiálového toku. U návrhu č. 3 je pohyb v regálových uličkách zpětný a pro příjem a výdej je určena pouze jedna plocha, což při větším přijímaném množství může tvořit kritická místa.

Nejlepší variantou byla nakonec zvolena varianta č. 1 i přes nutnost překonat větší celkové vzdálenosti. Tento návrh byl zvolen díky porovnávací a hodnotící tabulce uvedené výše a také z důvodu toho, že se v něm nachází dostatečný prostor pro dočasná úložiště, která budou plnit svoji úlohu hlavně při zvyšující se četnosti dodávek. Dalším pozitivem tohoto návrhu je zděná přepážka, která vytváří jistou ochranu vnitřní část skladu. Při navrhování a uspořádávání skladu v této variantě bylo již počítáno s možností rozšíření skladové plochy. Plán rozšíření počítá s dostavbou zrcadlového obrazu skladu k jeho levé části. Díky tomuto řešení by nebylo nutné jakkoliv manipulovat s vertikálními výtahovými věžemi, což ušetří náklady na výstavbu další zpevněné části podlahy, která by dostavbu značně prodražila.

## **Závěr**

Cílem této diplomové práce bylo vytvořit kompletní návrh uspořádání expedičního skladu ve strojírenském podniku. V úvodní kapitole jsme se seznámili s pojmy týkající se daného tématu. Následně jsme si vytvořili schéma postupu, prostřednictvím kterého bude tohoto cíle dosaženo. V další kapitole jsme pak provedli podrobný rozbor a kategorizaci skladového materiálu, kterým byly nejrůznější typy a varianty ložisek. Pomocí tohoto rozboru jsme mohli v následujícím kroku přiřadit k jednotlivým druhům ložisek manipulační obaly, způsob manipulace a skladování. V další části této práce jsme ze získaných informací dále stanovili druh a vlastnosti skladovacích zařízení, manipulační prostředky a celkovou vybavenost skladu. V závěrečné části práce jsme poté z veškerých shromážděných informací, stanovených prostředků a zařízení vytvořili tři konkrétní návrhy skladu, které byly následně podrobeny dynamické simulaci. Výsledky této simulace byly porovnány a s přihlédnutím k jejich vyhodnocení byla určena optimální varianta.



## Zdroje:

- [1] SIXTA, Josef a Václav MAČÁT. *Logistika: teorie a praxe*. Vyd. 1. Brno: CP Books, 2005, 315 s. ISBN 80-251-0573-3.
- [2] HLAVENKA, Bohumil. *Manipulace s materiálem: Systémy a prostředky manipulace s materiálem*. Vyd. 3. Brno: Rektorát VUT Brno, 1990, 315 s. ISBN 80-214-0068-4.
- [3] DRAŽAN, František a Karel JEŘÁBEK. *Manipulace s materiálem*. Vyd. 1. Brno: Technické literatury, n. p., 1979, 315 s. ISBN 04-220-79.
- [4] SKALÍK, Pavel. *Základy projektování*. Ostrava: VŠB-TECHNICKÁ UNIVERZITA OSTRAVA, 2011.
- [5] FRÖHLICH, Jan a Josef MOTZKA. *Valivá ložiska ZKL*. 1. vyd. Praha: ZKL, 1959, 364 s.
- [6] ZKL Group. *Katalog ložisek* [online]. 2012 [vid. 2014-03-14]. Dostupné z: <http://www.zkl.cz/>
- [7] MUTHER, Richard a Knut HAGANÄS. *Systematické navrhování manipulace s materiálem (S.H.A.)*. 2. vyd. Praha: SNTL, 1973, 129 s.
- [8] DUŠÁTKO, Antonín a kol. *Skladové objekty a jejich provoz z pohledu bezpečnosti, hygienických a požárních předpisů*. 1. Vyd. Olomouc: ANAG, 2012. ISBN 978-80-7263-356-0.
- [9] Asociace výrobců a opravců palet. *Palety EUR* [online]. 2013 [vid. 2014-03-17]. Dostupné z: <http://www.avop.cz/palety-eur-obecne.html>
- [10] CHEP ČESKÁ REPUBLIKA. *Dřevěná paleta* [online]. 2014 [vid. 2014-03-17]. Dostupné z: <http://www.chep.com/cz/>
- [11] BV Group. *Průmyslové podlahy* [online]. 2013 [vid. 2014-04-16]. Dostupné z: <http://www.bvgroup.cz/polyuretanova-podlaha.php>
- [12] Labík. *Průmyslové a interiérové lité podlahy* [online]. 2013 [vid. 2014-04-16]. Dostupné z: <http://www.labik-podlahy.cz/prumyslove-podlahy>

- [13] Centrum montovaných staveb. *Sendvičové panely* [online]. 2013 [vid. 2014-04-16]. Dostupné z: <http://www.halcentrum.cz/novinky/9/>
- [14] MONTKOVO. *Stěnové a střešní sendvičové panely* [online]. 2013 [vid. 2014-04-16]. Dostupné z: <http://www.montkovo.cz/materialy/sendvicove-panely/stenove-sendvicove-panely>
- [15] Hormann. *Nakládací technika* [online]. 2014 [vid. 2014-04-16]. Dostupné z: <http://www.hormann.cz/fileadmin/hormann.cz/Broschueren/85022-Verladetechnik-CZ.pdf>
- [16] MECALUX. *Paletové regály* [online]. 2014 [vid. 2014-04-16]. Dostupné z: <http://www.mecalux.cz/>
- [17] Kardex remstar. *Vertikální výtahové systémy* [online]. 2014 [vid. 2014-04-16]. Dostupné z: <http://www.kardex-remstar.cz/cz/home-kardex-remstar-cz.html>
- [18] META MULTILINE. *Skladovací technika* [online]. 2012 [vid. 2014-04-17]. Dostupné z: [http://www.meta-online.cz/katalogy/META\\_Multiline-spadove\\_regaly.pdf](http://www.meta-online.cz/katalogy/META_Multiline-spadove_regaly.pdf)
- [19] Lightning pick technologies. *Pick to Light* [online]. 2013 [vid. 2014-04-17]. Dostupné z: <http://www.lightningpick.com/picktoLightBasics.html>
- [20] STILL. *Skladovací technika* [online]. 2014 [vid. 2014-04-18]. Dostupné z: <http://www.still.cz/>
- [21] LAMBERT, Douglas M. *Logistika: příkladové studie, řízení zásob, přeprava a skladování, balení zboží*. Vyd. 1. Praha: Computer Press, 2000, xviii, 589 s. ISBN 80-722-6221-1.
- [22] DRAHOTSKÝ, Ivo a Bohumil ŘEZNÍČEK. *Logistika, procesy a jejich řízení*. Vyd. 1. Brno: Computer Press, 2003, 334 s. ISBN 80-722-6521-0.
- [23] GROS, Ivan. *Logistika*. 1. vyd. Praha: VŠCHT, 1996, 228 s. ISBN 80-708-0262-6.
- [24] DYNAMIC FUTURE. *Návrh skladu* [online]. 2010 [vid. 2014-05-11]. Dostupné z: <http://www.dynamicfuture.cz/priklady-z-praxe/navrh-skladu/>

## Seznam obrázků a grafů

### Obrázky

<b>Obr. č. 1</b> Schéma dělení skladů .....	8
<b>Obr. č. 2</b> Schéma přístupu k návrhu skladu .....	11
<b>Obr. č. 3</b> Různé typy ložisek .....	14
<b>Obr. č. 4</b> Jednořadá kuličková ložiska .....	16
<b>Obr. č. 5</b> Dvouřadá naklápěcí kuličková ložiska .....	16
<b>Obr. č. 6</b> Dvouřadá kuličková ložiska s kosoúhlým stykem .....	17
<b>Obr. č. 7</b> Jednořadá kuželíková ložiska.....	18
<b>Obr. č. 8</b> Axiální kuličková ložiska jednosměrná .....	18
<b>Obr. č. 9</b> Axiální kuličková ložiska obousměrná .....	19
<b>Obr. č. 10</b> Speciální ložiska .....	19
<b>Obr. č. 11</b> Příčně dělená ložiska .....	20
<b>Obr. č. 12</b> Rozměrový plán ISO .....	21
<b>Obr. č. 13</b> Schéma označování valivých ložisek .....	22
<b>Obr. č. 14</b> Struktura dat .....	25
<b>Obr. č. 15</b> Různé druhy balení .....	28
<b>Obr. č. 16</b> Příslušné obaly pro přepravu a skladování dané materiálové skupiny .....	30
<b>Obr. č. 17</b> Využití bandáže v praxi .....	31
<b>Obr. č. 18</b> Využití uskladnění formou tub .....	31
<b>Obr. č. 19</b> Značení palet .....	32
<b>Obr. č. 20</b> Evropská dřevěná čtyřcestná prostá paleta.....	33
<b>Obr. č. 21</b> Obecné schéma rozložení skladu .....	54
<b>Obr. č. 22</b> Polyuretanové podlahy .....	55
<b>Obr. č. 23</b> Opláštění pomocí sendvičových panelů .....	55
<b>Obr. č. 24</b> Stěnové a střešní sendvičové profily panelů .....	56
<b>Obr. č. 25</b> Provedení vykládkové stanice .....	57
<b>Obr. č. 26</b> Nakládací můstek s výsuvem .....	57
<b>Obr. č. 27</b> Nakládací můstek s trojdílným výsuvem .....	58
<b>Obr. č. 28</b> Profily nosníků .....	59
<b>Obr. č. 29</b> Patky stojin rámu .....	59
<b>Obr. č. 30</b> Nosník .....	60
<b>Obr. č. 31</b> Vertikální skladovací výtahový systémy .....	61
<b>Obr. č. 32</b> Spádové regály s využitím systému Pick to Light .....	62
<b>Obr. č. 33</b> Policové regály .....	63
<b>Obr. č. 34</b> Dieselový vysokozdvizný vozík STILL RX 70-16 .....	64

<b>Obr. č. 35</b> Elektrický vysokozdvížený vozík STILL RX 20-18 .....	65
<b>Obr. č. 36</b> Vysokozdvížený vozík s výsuvným zvedacím zařízením STILL FM-X 25 .....	66
<b>Obr. č. 37</b> Regálový zakladač STILL MX-X .....	67
<b>Obr. č. 38</b> Ručně vedený vysokozdvížený vozík STILL EGP 14 .....	68
<b>Obr. č. 39</b> Ruční paletový vozík STILL HPS 25 .....	69
<b>Obr. č. 40</b> Rozdělení celkové plochy skladu návrh č. 1 .....	70
<b>Obr. č. 41</b> Uspořádání regálového paletového systému .....	71
<b>Obr. č. 42</b> Rozdělení celkové plochy skladu návrh č. 2 .....	73
<b>Obr. č. 43</b> Rozdělení celkové plochy skladu návrh č. 3 .....	75
<b>Obr. č. 44</b> Vyhodnocení průměrného využití manipulačního prostředku formou koláčového grafu.....	79
<b>Obr. č. 45</b> Vyhodnocení využití jednotlivých manipulačních prostředku .....	80
<b>Obr. č. 46</b> Vyhodnocení ujeté vzdálenosti ve sledovaném období .....	80
<b>Obr. č. 47</b> Vyhodnocení nákladů na manipulaci s materiálem.....	81
<b>Obr. č. 48</b> Průměrný čas realizace vyjádřený procentem objemu požadavků.....	82
<b>Obr. č. 49</b> Vyhodnocení průměrného využití manipulačního prostředku formou koláčového grafu.....	84
<b>Obr. č. 50</b> Vyhodnocení využití jednotlivých manipulačních prostředku .....	85
<b>Obr. č. 51</b> Vyhodnocení ujeté vzdálenosti ve sledovaném období .....	85
<b>Obr. č. 52</b> Vyhodnocení nákladů na manipulaci s materiálem.....	86
<b>Obr. č. 53</b> Průměrný čas realizace vyjádřený procentem objemu požadavků.....	87
<b>Obr. č. 54</b> Vyhodnocení průměrného využití manipulačního prostředku formou koláčového grafu.....	89
<b>Obr. č. 55</b> Vyhodnocení využití jednotlivých manipulačních prostředku .....	89
<b>Obr. č. 56</b> Vyhodnocení ujeté vzdálenosti ve sledovaném období .....	90
<b>Obr. č. 57</b> Vyhodnocení nákladů na manipulaci s materiálem .....	90
<b>Obr. č. 58</b> Průměrný čas realizace vyjádřený procentem objemu požadavků.....	91

## Grafy

<b>Graf č. 1</b> Vyjádření celkového nákupu za rok 2012 ve formě balení.....	44
<b>Graf č. 2</b> Vyjádření celkového nákupu za rok 2013 ve formě balení.....	45
<b>Graf č. 3</b> Vyjádření celkového prodeje za roku 2012 ve formě balení .....	46
<b>Graf č. 4</b> Vyjádření celkového prodeje za roku 2013 ve formě balení .....	46
<b>Graf č. 5</b> Graf toku zboží do skladu a ze skladu v pozorovaném období .....	51

## Seznam tabulek

<b>Tabulka č. 1</b>	Značení malých průměrů ložisek .....	23
<b>Tabulka č. 2</b>	Postup práce s daty .....	27
<b>Tabulka č. 3</b>	Klasifikační souhrn materiálu .....	29
<b>Tabulka č. 4</b>	Technické parametry evropské dřevěné čtyřcestné prosté palety .....	33
<b>Tabulka č. 5</b>	Celkové nákupy za pozorované období.....	35
<b>Tabulka č. 6</b>	Konečné zhodnocení četnosti ložisek vyjádřené v kusech .....	36
<b>Tabulka č. 7</b>	Konečné zhodnocení četnosti ložisek v Kč.....	37
<b>Tabulka č. 8</b>	Konečné zhodnocení četnosti ložisek vyjádřené v kusech .....	38
<b>Tabulka č. 9</b>	Konečné zhodnocení četnosti ložisek v Kč.....	39
<b>Tabulka č. 10</b>	Konečné zhodnocení četnosti ložisek vyjádřené v kusech .....	40
<b>Tabulka č. 11</b>	Konečné zhodnocení četnosti ložisek v Kč.....	41
<b>Tabulka č. 12</b>	Konečné zhodnocení četnosti ložisek vyjádřené v kusech .....	42
<b>Tabulka č. 13</b>	Konečné zhodnocení četnosti ložisek v Kč.....	43
<b>Tabulka č. 14</b>	Rozdělení nákupu podle druhu balení .....	44
<b>Tabulka č. 15</b>	Celkový prodej za pozorované období .....	45
<b>Tabulka č. 16</b>	Stanovení počtu a průměrného množství objednávek .....	47
<b>Tabulka č. 17</b>	Výchozí zdrojová data pro stanovení velikosti skladového objektu .....	48
<b>Tabulka č. 18</b>	Stav zásob po porovnání nákupů a prodejů .....	50
<b>Tabulka č. 19</b>	Přehled stanovených hodnot.....	52
<b>Tabulka č. 20</b>	Přehled nejdůležitějších parametrů STILL RX 70-16 .....	64
<b>Tabulka č. 21</b>	Přehled nejdůležitějších parametrů STILL RX 20-18 .....	65
<b>Tabulka č. 22</b>	Přehled nejdůležitějších parametrů STILL FM-X 25 .....	66
<b>Tabulka č. 23</b>	Přehled nejdůležitějších parametrů STILL MX-X .....	67
<b>Tabulka č. 24</b>	Přehled nejdůležitějších parametrů STILL EGP 14.....	68
<b>Tabulka č. 25</b>	Přehled nejdůležitějších parametrů STILL HPS 25.....	69
<b>Tabulka č. 26</b>	Přehled použité manipulační techniky v návrhu č.1 .....	77
<b>Tabulka č. 27</b>	Potřebný počet personálu skladu pro návrh č.1.....	78
<b>Tabulka č. 28</b>	Přehled použité manipulační techniky v návrhu č.2.....	82
<b>Tabulka č. 29</b>	Potřebný počet personálu skladu v návrhu č.2.....	83
<b>Tabulka č. 30</b>	Přehled použité manipulační techniky v návrhu č.3.....	87
<b>Tabulka č. 31</b>	Potřebný počet personálu skladu v návrhu č.3.....	88
<b>Tabulka č. 32</b>	Porovnání a ohodnocení návrhů .....	88

## Seznam příloh

<b>Příloha A</b>	Doplňkové znaky označení valivých ložisek	<b>Chyba! Záložka není definována.</b>
<b>Příloha B</b>	Stanovení počtu příjmových a nakládacích stanic .....	<b>Chyba! Záložka není definována.</b>
<b>Příloha C</b>	Stanovení počtu paletových pozic .....	<b>Chyba! Záložka není definována.</b>
<b>Příloha D</b>	Použité paletové regály .....	<b>Chyba! Záložka není definována.</b>
<b>Příloha E</b>	Stanovení počtu vertikálních skladovacích výtahových systémů .....	<b>Chyba! Záložka není definována.</b>
<b>Příloha F</b>	Výsledky dosažené pomocí dynamické simulace pro návrh č. 1 .....	<b>Chyba! Záložka není definována.</b>
<b>Příloha G</b>	Výsledky dosažené pomocí dynamické simulace pro návrh č. 2 .....	<b>Chyba! Záložka není definována.</b>
<b>Příloha H</b>	Výsledky dosažené pomocí dynamické simulace pro návrh č. 3 .....	<b>Chyba! Záložka není definována.</b>
<b>Příloha I</b>	Výkres návrhu č. 1 .....	kapsa
<b>Příloha J</b>	Okótovaný výkres návrhu č. 1 .....	kapsa
<b>Příloha K</b>	Výkres návrhu č. 2 .....	kapsa
<b>Příloha L</b>	Okótovaný výkres návrhu č. 2 .....	kapsa
<b>Příloha M</b>	Výkres návrhu č. 3 .....	kapsa
<b>Příloha N</b>	Okótovaný výkres návrhu č. 3 .....	kapsa

## **Poděkování**

Děkuji Ing. Petru Jalůvkovi za odborné vedení, trpělivost a ochotu, kterou mi v průběhu zpracování diplomové práce věnoval. Dále bych chtěl poděkovat mé vedoucí diplomové práce Ing. Vladimíře Schindlerové za cenné rady, věcné připomínky a vstřícnost při konzultacích. V neposlední řadě bych také rád poděkoval mé rodině za psychickou podporu a optimismus při zpracování této práce.